

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže

Návrh technologického postupu výroby zadané součásti

Proposal of Technological Process of Specified Part

Student:

Ondřej Haas

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Tomáš Zlámal

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra obrábění a montáže

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Ondřej Haas**

Studijní program:

B2341 Strojírenství

Studijní obor:

2303R002 Strojírenská technologie

Téma:

Návrh technologického postupu výroby zadané součásti  
Proposal of Technological Process of Specified Part

Zásady pro vypracování:

1. Analýza současného stavu postupu výroby.
2. Návrh technologického postupu výroby.
3. Ověření technologického postupu ve výrobě.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 1. díl*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007, s. 126. ISBN 978-80-248-1641-8.
- [2] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II 2. díl*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.
- [3] ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : VŠB-TU Ostrava, 2007. s. 251. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [4] NESLUŠAN, M.; TUREK, S.; BRYCHTA, J.; ČEP, R.; TABAČEK, M. *Experimentálne metódy v trieskovom obrábání*. Žilina : EDIS Žilina, 2007. s. 343. ISBN 978-80-8070-711-8.
- [5] WHITNEY, Daniel E. *Mechanical Assemblies : Their Design, Manufacture, and Role in Product Development*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2004. 518. p. ISBN 0-19-515782-6.

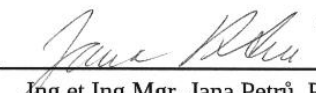
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tomáš Zlámal**

Datum zadání: 13.12.2013

Datum odevzdání: 19.05.2014



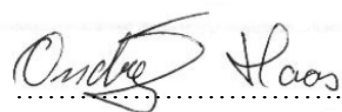
  
Ing. et Ing. Mgr. Jana Petrů, Ph.D.  
vedoucí katedry

  
doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě 16. 5. 2014



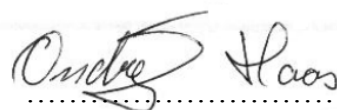
.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odstavec 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odstavec 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB- TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/198 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 16. 5. 2014



podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Ondřej Haas

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Hlavnice 84, 747 52, okr. Opava

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

HAAS, Ondřej. Návrh technologického postupu výroby zadané součásti. Ostrava: Katedra obrábění a montáže, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2014, 61 s. Bakalářská práce, vedoucí Ing. ZLÁMAL, T.

Bakalářská práce se zabývá návrhem a vhodnou volbou řezných podmínek a nástrojů pro technologii výroby zadané součásti. Popisuje výrobu vybrané součásti v podmínkách firmy FERRAM STROJÍRNA s.r.o. V úvodu je provedena volba součásti, analýza současného stavu postupu výroby, ve které byly popsány jednotlivé operace výroby podle technologického postupu. Následuje návrh technologického postupu výroby, volba nových nástrojů a řezných podmínek za účelem snížení času výroby. V závěru bakalářské práce byly nové výrobní podmínky porovnány se stávajícími podmínkami výroby pomocí ekonomických parametrů používaných ve firmě FERRAM STROJÍRNA s.r.o.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

HAAS, Ondřej. Proposal of Technological Process of Specified Part. Ostrava: Department of cutting and assembling, Faculty of Mechanical Engineering VŠB – Technical University of Ostrava, 2014, 61 s. Bachelor thesis, head Ing. ZLÁMAL, T.

This bachelor thesis deals with the proposal and the appropriate choice of conditions and tools for technology of the production of the specified component. It describes the production of selected components in terms of the company FERRAM STROJÍRNA s.r.o. In the introduction were selected components and analysis of the current state of manufacturing process, as described in the individual production operations according to technological process. Following is proposal of the technological process, choice of new tools and cutting conditions in order to increase productivity. In conclusion, the thesis that new production conditions were compared to the existing conditions of the production by about economic parameters used in the company FERRAM STROJÍRNA s.r.o.

## OBSAH

<b>Seznam značení .....</b>	<b>8</b>
<b>Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>1. Analýza současného stavu výroby .....</b>	<b>10</b>
1.1 Profil společnosti FERRAM s.r.o .....	10
1.2 Technologie obrábění .....	11
1.3 Volba součástí .....	11
1.4 Parametry hřeblového dopravníku .....	12
1.4.1 Užití a podmínky nasazení hřeblového dopravníku .....	12
1.4.2 Popis dopravníku .....	12
1.4.3 Zásady ochrany zdraví a bezpečnost práce .....	15
1.4.4 Technické parametry dopravníku .....	16
1.4.5 Zkoušení dopravníku .....	16
1.4.6 Montáž a instalace hřeblového dopravníku .....	17
1.4.7 Údržba a mazání dopravníku .....	19
1.4.8 Materiál a provedení hřeblového dopravníku .....	19
1.4.9 Demontáž a likvidace .....	19
<b>2. Složení a materiál dopravníku .....</b>	<b>20</b>
2.1 Složení dopravníku .....	20
2.2 Charakteristika materiálu – žlabu hřeblového dopravníku .....	21
<b>3. Rozbor stávající technologie výroby .....</b>	<b>23</b>
3.1 Nástroje současné výroby .....	23
3.2 Proces dělení materiálů dopravníku .....	24
3.3 Proces vrtání vodítka .....	26
3.3.1 Výrobní stroj .....	26
3.3.2 Nástroj pro vrtání .....	27
3.4 Proces hoblování kluznice .....	27
3.4.1 Výrobní stroj .....	28
3.4.2 Nástroj pro hoblování .....	29
3.5 Proces frézování lišty .....	31
3.5.1 Výrobní stroj .....	31
3.5.2 Nástroj pro frézování .....	32

<b>4. Technologický postup stávající výroby .....</b>	<b>34</b>
4.1 Technologický postup výroby bočnice 1 .....	34
4.2 Technologický postup výroby bočnice 2 .....	35
4.3 Technologický postup výroby kluznice .....	36
4.4 Technologický postup výroby vodítka .....	37
4.5 Technologický postup výroby lišty .....	38
<b>5. Návrh nového technologického postupu výroby .....</b>	<b>39</b>
5.1 Popis nově navržené technologie .....	39
5.2 Volba strojů pro obrábění zadané součásti .....	39
5.3 Návrh nových nástrojů a řezných parametrů .....	40
5.3.1 Volba nástrojů .....	40
5.4 Návrh řezných podmínek a výpočet strojního času .....	44
<b>6. Ověření technologického postupu ve výrobě .....</b>	<b>47</b>
6.1 Technologický postup výroby bočnice 1 .....	47
6.2 Technologický postup výroby bočnice 2 .....	48
6.3 Technologický postup výroby kluznice .....	49
6.4 Technologický postup výroby vodítka .....	50
6.5 Technologický postup výroby lišty .....	51
<b>7. Technicko-ekonomické zhodnocení .....</b>	<b>52</b>
7.1 Ekonomické hodnocení .....	52
7.1.1 Současná technologie výroby .....	52
7.1.2 Nově navržená technologie .....	54
<b>Závěr .....</b>	<b>57</b>
<b>Poděkování .....</b>	<b>58</b>
<b>Použitá literatura .....</b>	<b>59</b>
<b>Přílohy .....</b>	<b>61</b>

## SEZNAM ZNAČENÍ

Značka	Význam	Jednotka
A	tažnost	[%]
CNC	počítačem řízený stroj	[-]
D	průměr frézy	[mm]
dH7	vnitřní průměr frézy	[mm]
d <sub>1</sub>	průměr vrtáku	[mm]
f, f <sub>z</sub>	posuv	[mm]
f <sub>n</sub>	posuv na otáčku	[mm]
i	úběr materiálu	[-]
KV <sup>-20</sup>	nárazová práce	[J]
ks	kus	[ks]
L, H, d, l, m <sub>1</sub>	délka	[mm]
l <sub>1</sub>	délka vrtáku	[mm]
l <sub>2</sub>	délka řezné části	[mm]
l <sub>n</sub>	délka náběhu	[mm]
l <sub>p</sub>	délka přeběhu	[mm]
m	hmotnost	[kg]
n	otáčky	[min <sup>-1</sup> ]
OKD	Ostravsko – karvínské doly	[-]
PH	poháněcí stanice	[-]
Re	mez kluzu	[MPa]
Rm	mez pevnosti	[MPa]
r	rádius špičky	[mm]
s	šířka záběru	[mm]
t, d, l <sub>R</sub>	rozměr polotovaru	[mm]
VBD	vyměnitelná břitová destička	[-]
v <sub>c</sub>	řezná rychlost	[m · min <sup>-1</sup> ]
v <sub>f</sub>	posuvová rychlost	[mm · min <sup>-1</sup> ]
Z	kontrakce	[%]
z	počet zubů frézy	[-]



## ÚVOD

Předmětem bakalářské práce se stala racionalizace výroby hřeblového dopravníku, konkrétně žlabu, který je jednou ze součástí dopravníku. Práce se zaměřuje na zlepšení řezných podmínek a vhodnou volbou nástrojů pro výrobu této součásti. Z racionalizace zadané výroby součásti nadále vyplývá zkrácení (minimalizace) výrobních časů. Největší vliv na celkový výrobní čas mají řezné podmínky. Jejich úpravou (zvýšením) dosáhneme zkrácení těchto časů. Důležitým úkolem je také minimalizovat náklady na celkovou výrobu této součásti.

V úvodu práce je popsána analýza současného stavu výroby dané součásti. Jedná se o rozbor součásti, popis materiálu, z kterého je součást vyrobena, použité stroje a nástroje pro výrobu součásti a v neposlední řadě zpracovaný technologický postup. Na základě vyhodnocení současného technologického postupu výroby byl následně navržen nový technologický postup výroby s volbou nových nástrojů a novými řeznými podmínkami. Stroje pro výrobu součástí byly použity jako u stávající technologie výroby. Při zkosování hran, při výrobě kluznice a lišty, byl zaveden do technologického postupu nový stroj (ukosovací systém UZ 15). V závěru je provedeno technicko-ekonomické zhodnocení stávající a nově navržené výroby, získané hodnoty byly také zaneseny do grafů.

Tento hřeblový dopravník dodává firma FERRAM STROJÍRNA s.r.o do hlubinných dolů po celém území České Republiky. Hřeblové dopravníky jsou v této firmě vyráběny o šířce tratě od 400 mm do 700 mm. Dopravníky se používají na sběr a přepravu uhlí, kamene a jiných sypkých hmot. V průběhu let výroby a vývoje již tato firma uplatnila řadu jiných zlepšení, která výrazně prodlužují životnost jednotlivých dopravníků.

Nejčastěji však firma vyrábí hřeblové dopravníky pro společnost OKD. Tato společnost je jediným producentem černého uhlí v České Republice. Uhlí těží v hlubinných dolech v Ostravsko-karvinském revíru. Firma těží, upravuje a prodává černé uhlí s nízkým obsahem síry. Takové uhlí je vhodné jako palivo a může se využít pro koksování, v chemickém průmyslu a v mnoha dalších odvětvích.[23]

# 1. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU VÝROBY

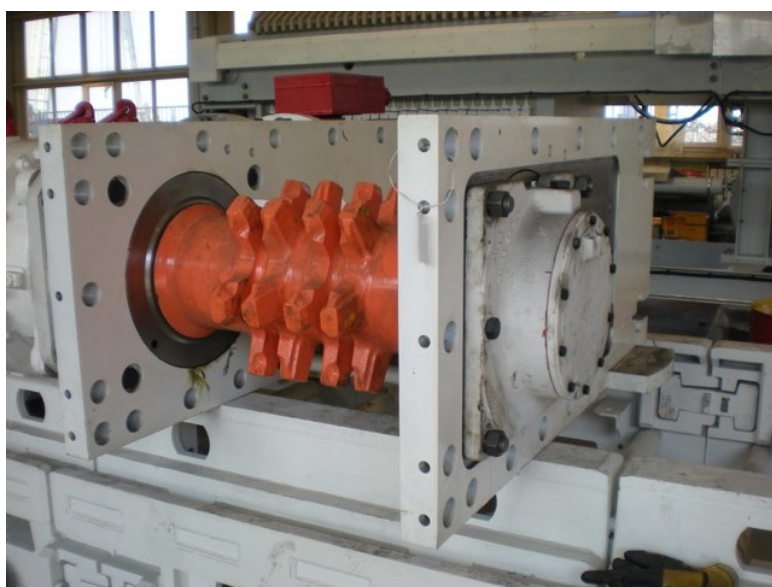
## 1.1 Profil společnosti FERRAM s.r.o

Od svého vzniku v roce 1991 si společnost FERRAM STROJÍRNA vydobyla pevnou pozici na tuzemském i mezinárodním trhu v oblasti strojírenské výroby, a to svou kvalitou, spolehlivostí, tradicí a zkušenostmi. Silnou stránkou společnosti je vysoká přesnost a odbornost ve výrobě a montáži spojená se zkušeným projektovým managementem.

V současné době se zaměřujeme na individuální zadání jednorázové, malosériové i opakované výroby. Spolupráce se všemi partnery je ve stádiu vývoje a ve stádiu výrobní a projektové dokumentace za účelem efektivní výroby.[8]

Hlavní obchodní a výrobní zaměření firmy:[8]

- výroba a montáž strojních zařízení dle dodané dokumentace
- svařence
- svařence včetně obrábění
- strojní celky včetně montáže
- důlní stroje (obr. 1.1)
- dopravní a manipulační zařízení



*Obr. 1.1 Důlní stroj [8]*

## 1.2 Technologie obrábění

Technologie obrábění jako vědní obor studuje, zkoumá a analyzuje vzájemné souvislosti a faktory obráběcího procesu jako integrální složky výrobního procesu strojírenských součástí. Obráběcí proces se realizuje v obráběcím systému, který lze obecně členit na subsystémy obráběcích strojů, řezných nástrojů, manipulačních prostředků a obráběcího prostředí. Objektem obráběného procesu je obrobek a základním výstupem obráběcího procesu jsou příslušné obrobené plochy. Obráběním nazýváme technologický proces, kterým vytváříme plochy obrobku určitého tvaru, rozměrů a jakosti odebráním částic materiálu účinky mechanickými, elektrickými, chemickými, případně jejich kombinací.[1]

## 1.3 Volba součásti

Pro tuto bakalářskou práci byl vybrán technologický postup výroby (obrábění) žlabu šířky 532 mm a délky 1510 mm (obr. 1.2, 2.1). Tento žlab vyrábí firma FERRAM STROJÍRNA s.r.o. do hlubinných dolů, kde je součástí hřeblového dopravníku. Toto zařízení slouží pro plynulou dopravu materiálů (rubaniny) v otevřeném žlabu. Nad žlabem se pohybuje řetěz nebo lano, kde jsou upevněna ocelové hřebla. Hřebla zasahují do materiálu a posouvají materiál ve směru dopravy.



*Obr. 1.2 Žlab hřeblového dopravníku*

## 1.4 Parametry hřeblového dopravníku[3]

### 1.4.1 Užití a podmínky nasazení hřeblového dopravníku

Dopravník je určený k jednosměrné dopravě rubaniny při ražení chodeb v uhlí. Na horní větvi řetězového úseku je rubanina, která je dopravována od nakladačů s bočním výsypem na výsypné místo, kterým je většinou přesyp na pásový dopravník.

Dopravník je konstruován jako částečně závěsný (výsypná část) a násypná část tratě je uložena na spodní části chodby. Tato konstrukce umožňuje snadné přemísťování dopravníku v závislosti na postupu dobývání horniny.

Lze dopravovat i jiný druh materiálu nebo použít dopravník jiným způsobem, ale příslušná organizace musí zpracovat postup, který bude odpovídat správnému postupu užívání.

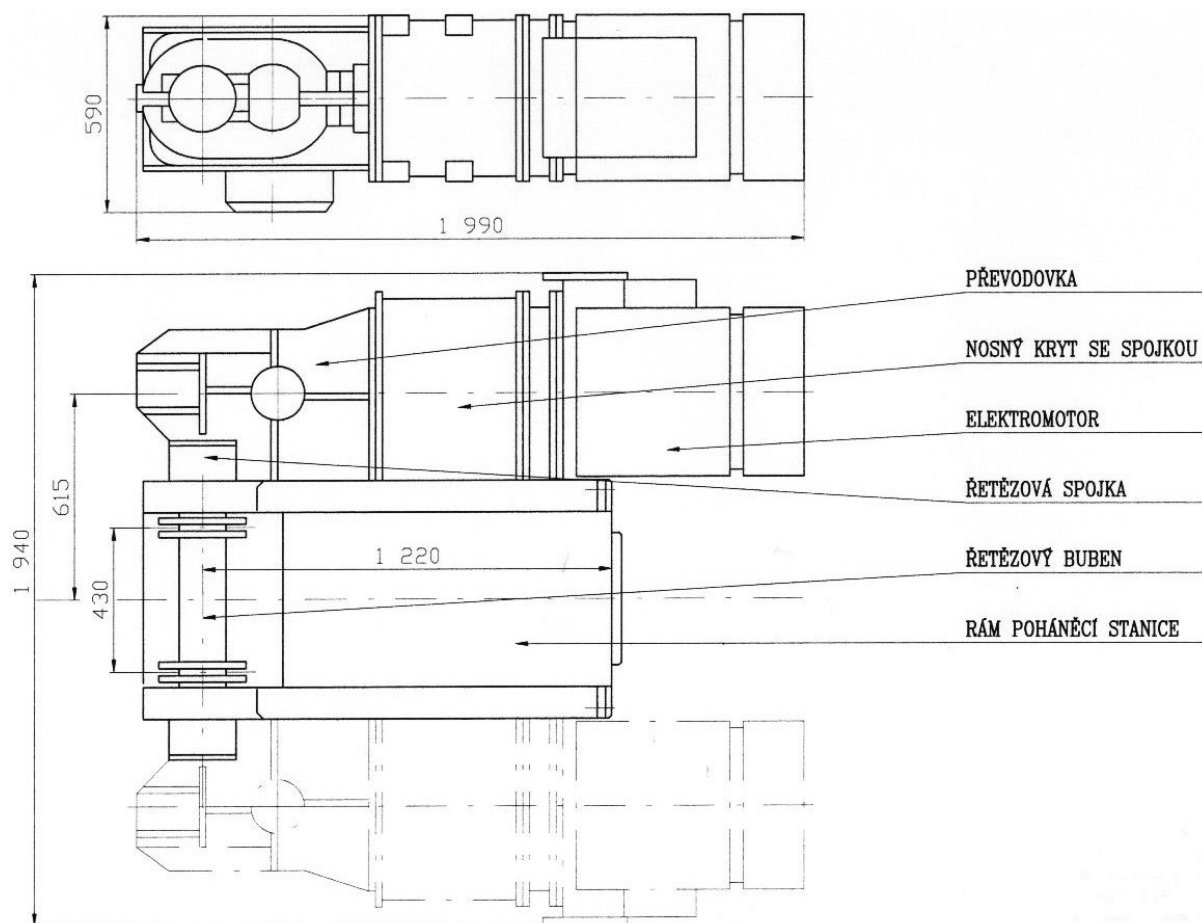
### 1.4.2 Popis dopravníku

**Poháněcí stanice** je zakončujícím článkem dopravníku na jeho výsypném konci. Skládá se z rámu, řetězového bubnu a jedné nebo dvou poháněcích jednotek, které tvoří motor, spojka a převodovka.

#### **Základní díly poháněcí stanice**

- **Rám PH** je tuhý svařovaný celek umožňující spolehlivé uložení řetězového bubnu a oboustrannou montáž převodovky. V horní části rámu jsou otvory pro zavěšení pohonu na závěsy. V bočnicích rámu jsou otvory pro montáž zařízení pro napínání řetězu. S přechodovým žlabem je rám spojený pomocí šroubů. Rám má demontovatelnou stírací desku, snímač a držák snímače. V případě opotřebení nebo poruchy těchto částí je lze vyměnit bez demontáže bubnu a pohonu.
- **Řetězový buben** slouží k převodu rotačního pohybu výstupního hřídele převodovky na přímočarý pohyb dopravního řetězu. Je dělený a snadno vyměnitelný celek. Uložení řetězového bubnu je proti vniku prachu a různých nečistot chráněno labyrinty a těsníci kroužky Gufero. Předpokladem spolehlivého provozu je zabezpečení správného mazání.
- **Řetězová spojka** spojuje převodovku s řetězovým bubnem. Spojku tvoří dvě řetězová kola. Jedno je namontováno na hřídel řetězového bubnu, druhé na výstupní hřídel převodovky. Obě kola jsou opásána válečkovým řetězem.

- **Převodovka** je připojena na rám poháněcí stanice pomocí šroubů a na řetězový buben řetězovou spojkou. Se strojem je dodávána převodovka s rychlostí  $0,77 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Je možné dodat převodovku s rychlostí  $0,98 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .
- **Spojka** přenáší krouticí moment z elektromotoru na převodovku pohonu. Zajišťuje optimální zatížení hnacího elektromotoru. Může se zde použít spojka pružná, nebo hydraulická.
- **Nosný kryt** je tuhý svařovaný celek, který vytváří nosnou přírubovou konstrukci mezi převodovkou a el. motorem. Slouží také jako ochranný kryt pro spojkou. Kryt má dvě mezipříruby s rozměry podle použité převodovky a elektromotoru. Jsou na něm otvory pro připojení třetího blokovacího zařízení.
- **Elektromotor** svým konstrukčním řešením musí vyhovovat pro elektrická zařízení v prostředí plynujících dolů. Dále se musí volit tak, aby odpovídal předpokládaným provozním podmínkám.



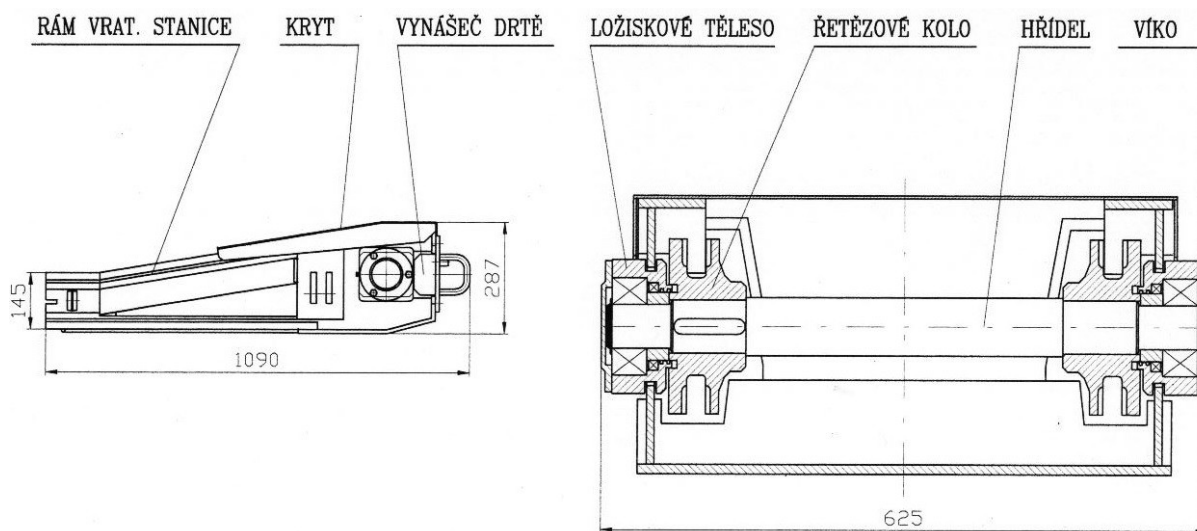
Obr. 1.3 Poháněcí stanice [3]

### Trat' dopravníku

- **Žlab** je určitou částí tratě, délky 1 500 mm. Je to svařovaný celek skládající se z bočnic z E profilu a kluznice, která je na straně vodítek opatřena lištou, která je překrývá. Na obou stranách žlabu jsou do E profilu navařeny drážky pro šroubové uchycení nastavných plechů. Jednotlivé žlaby jsou mezi sebou upevněny šrouby.
- **Přechodový žlab** zakončuje část tratě dopravníku na výsypném konci. Je to tuhý svařovaný celek tvořený bočnicemi a uprostřed spojený kluznicí, která je na straně, kde jsou vodítka, opatřena lištou. Bočnice mají držáky pro šroubové uchycení nastavných plechů.

### Vratná stanice

- **Rám vratné stanice** je svařovaný celek, který umožňuje spolehlivé uložení řetězového bubnu. Rám má stírací desku, která je demontovatelná. Dále pak snímač a konzolu. V případě poruchy nebo opotřebení těchto částí se mohou vyměnit.
- **Řetězový buben** je samostatný a dobře vyměnitelný celek, který je uložený ve valivých ložiskách. Uložení řetězového bubnu je proti vniku prachu a různých nečistot chráněno labyrinty a těsníci kroužky Gufero.



Obr. 1.4 Vratná stanice [3]

**Dopravní řetěz** je určený k unášení dopravovaného materiálu v trati dopravníku. Řetěz je tvořen určitým počtem řetězových úseků. Řetězový úsek tvoří tři řetězy, na které jsou namontována hřebíla.

**Nástavný plech** je určen ke zvětšení (zvýšení) ložného průřezu dopravníku. Nástavné plechy jsou svařované konstrukce opatřeny plechem, který je překrývá. Zabraňují dopravovanému materiálu, aby propadl. Nástavné plechy mají dvojí provedení – k zavěšení a bez zavěšení.

**Vybavení pohonu** umožňuje zavěšení části dopravníku na samostatný úsek tratě. Skládá se z nástavných plechů na rámu poháněcí stanice, přechodových plechů, táhel a spojovacího materiálu.

**Závěsy** slouží k zavěšení zvednuté části dopravníku na samostatný úsek tratě závěsné dráhy. Skládají se ze závěsu pohonu, závěsu tratě a krycích plechů, které mají zarážky pro zakrytí spodní větve zvednuté části dopravníku.

**Zařízení pro napínání řetězu** se používá k zachycení dopravního řetězu na přechodovém žlabu a na řetězovém bubnu při manipulacích s řetězem (při zkracování nebo prodlužování řetězu). Zajištění se může provádět pomocí klínu nebo desky s dorazy. Zajištění proti vyskočení řetězu ze záběru se používají držáky se západkami.

**Skrápění** se montuje na výsypné místo poháněcí stanice. Skládá se z přípojky s ventilem a dvou výstřiků.

**Kryt vratné stanice** slouží k ochraně vratné stanice před mechanickým poškozením při ražbě a nakládání rubaniny na dopravník.

#### 1.4.3 Zásady ochrany zdraví a bezpečnost práce

- Všechny ochranné kryty musí být namontovány před uvedením dopravníku do provozu a během provozu se nesmí demontovat.
- Provozovatel má vždy povinnost zajistit místa se stálou obsluhou vhodným osvětlením v souladu s příslušnými normami a předpisy.
- Dopravník musí být zajištěn proti spuštění nepovolanou osobou.

#### 1.4.4 Technické parametry dopravníku

Dopravní maximální výkon	280 t · h <sup>-1</sup>
Dovolená dopravní délka	max. 50 m
Délka závěsné části	max. 30 m
Vzdálenost závěsu tratě	1 500 mm
Závěsný řetěz	13 x 45, ČSN 02 3222.21
Nosnost závěsného řetězu	1 600 kg
Instalovaný maximální příkon	2 x 37 kW
Dopravní rychlost	0,77 m · s <sup>-1</sup> (0,98 m · s <sup>-1</sup> )
Šířka tratě: vnitřní, vnější	500 mm, 532 mm
E profil	E 14,5
Tloušťka kluznice	10 mm
Dopravní řetěz	3 x 14 x 50
Hřeblo	HK profil, pevnost 700 N · mm <sup>-2</sup>
Rozteč hřebel	600 mm
Vzájemné vychýlení sousedících žlabů v rovině	do 3°
Podélný úklon	+ 15° až – 15°
Příčný úklon	± 12°
Tažná síla pro přesun prázdného dopravníku ve vodorovné poloze	13 000 N

#### 1.4.5 Zkoušení dopravníku

Zkoušení dopravníku jako celku se neprovádí. Zkouší se však jednotlivé celky dopravníku. U poháněcí a vratné stanice se zkouší snadnost montáže se zaměřením na připojovací rozměry a vyměnitelnost jednotlivých stavebních celků a dále pak lehkost otáčení řetězového bubnu. Převodovky se zkouší pod zatížením na dynamometru. Měří se zvýšení teploty a kontroluje se těsnost.



### **1.4.6 Montáž a instalace hřeblového dopravníku**

#### **Všeobecně**

Montáž mohou provádět jen proškolení pracovníci a pracovníci s elektrotechnickou kvalifikací. Při opravě a manipulaci tratě a dopravního řetězu mohou tyto práce provádět jen speciálně vyškolení pracovníci. Před zahájením práce musí být pohony vypnuty a dále musí být opatřeny tabulkou „Nezapínat“. Pracovní prostor je nutno zajistit tak, aby byla zajištěna bezpečnost práce. Nikdy nesmí pracovník stát ve směru pohybu řetězu a nenaklánět se přes řetěz.

#### **Montáž poháněcí stanice a tratě**

Důležitou součástí spolehlivého chodu poháněcí stanice je správná montáž celku, při které se musí dodržet všechny potřebné vůle a usazení. Musí se dodržet správná montáž spojky a dále se pojistí podložkou a šroubem na hřídeli převodovky. Při montáži tratě jsou žlaby mezi sebou spojeny šrouby.

#### **Montáž dopravního řetězu**

Montáž se provádí obvyklým způsobem. Při kladení tratě se vtáhne do spodní větve tratě lano nebo dopravní řetěz. Pak se použije tažný vrták a postupně se vtahují další části dopravního řetězu. Horní větev dopravního řetězu se může postupně vkládat do žlabu. Po vložení dopravního řetězu i do horní větve se následně provede jeho napnutí a spojení.

#### **Napnutí dopravního řetězu**

Před napnutím řetězu se trať musí srovnat tak, aby se co nejméně odchylovala od přímky. Spojování řetězu se provede v místě mezi přechodovým žlabem výsypným a rámem poháněcí stanice. Před napínáním se obrácení chodu jednoho el. motoru poháněcí stanice a zbylý el. motor se odpojí ze sítě. Pomocí klínu, který je nasazen pod řetěz, se zablokuje horní větev řetězu v trati. Samotné napnutí řetězu se provede pomocí elektromotoru, na kterém je umístěno třecí blokovací zařízení. Před manipulací s řetězem je však nutné, aby zajišťovací západka byla v pracovní poloze (zajištění řetězu proti sjetí z řetězového bubnu). Dále se pak provede zkrácení, nebo prodloužení řetězu na požadovanou délku a následné spojení pomocí spojovacích řetězových článků. Nakonec na chvíli se zapne el. motor ve směru těžby, čímž se provede uvolnění klínu.

### Montáž závěsného zařízení

Pro zavěšení dopravníku se musí připravit závěsné zařízení závěsné dráhy, kde nosné vozíky jsou spojeny spojovacími tyčemi.

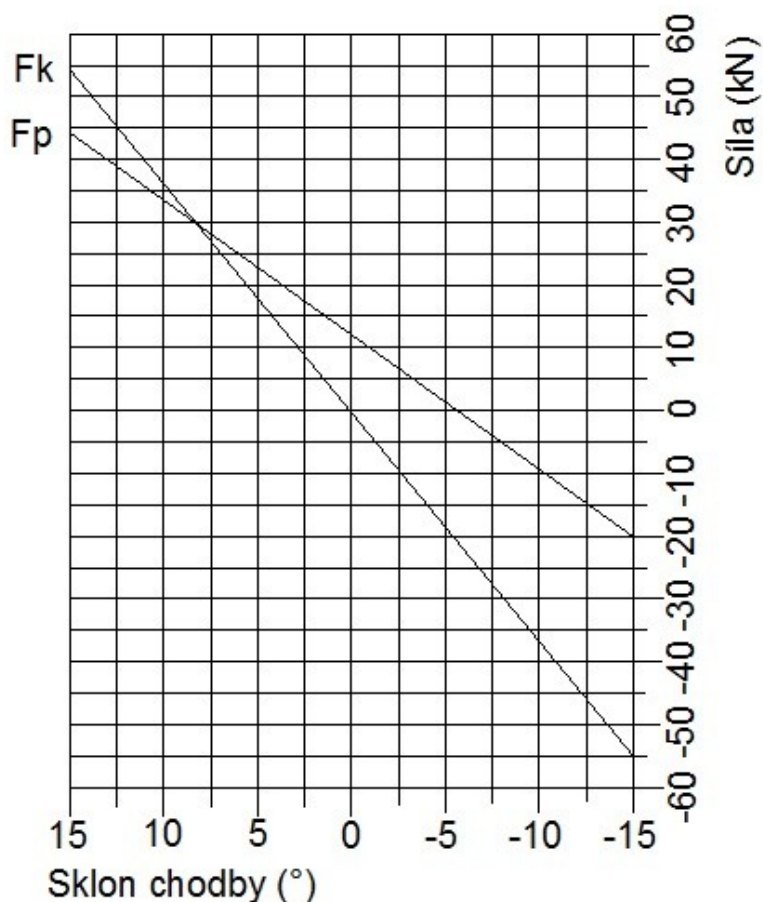
### Zavěšování a ukotvení dopravníku

Zavěšování dopravníku na nosné vozíky závěsné dráhy se provede až po zajištění proti přesunu a také bezpečně se zachytí přesouvací síly. Ukotvení vratné stanice se provede hydraulickými spojkami. Vzpěrnými spojkami se ukotví strop chodby a také se použijí mezi kotvící patky. Závěsné řetězy nad tratí a poháněcí stanici se uchyť článkem řetězu do potřebné délky.

### DIAGRAM ZÁVISLOSTI KOTVÍCÍ SÍLY $F_k$ A PŘESOUVACÍ SÍLY $F_p$ V ZÁVISLOSTI NA SKLONU CHODBY

$F_k$  - kotvící tažná síla dopravníku plně naloženého kamenem o spec. hmotnosti  $1,7 \text{ tm}^3$  bez uvažování tření

$F_p$  - tažná síla pro přesouvání prázdného dopravníku včetně závěsů



Obr. 1.5 Závislost kotvící síly a přesouvací síly [3]

#### **1.4.7 Údržba a mazání dopravníku**

Nejdůležitějším předpokladem spolehlivého provozu dopravníku je jeho správná údržba. Což znamená, že se plánují prohlídky a opravy, denní kontrola stavů a funkcí. Mazání je prováděno podle mazacího plánu.

Dále je pak nutnost kontrolovat těsnost převodovek. Olejové náplně jsou vysoce hořlavé a mohou být příčinou požárů.

Mazání je základním předpokladem bezporuchového chodu stroje. Používají se oleje a tuky, které jsou nejvíce doporučovány. Je nutno je chránit před znečištěním od vody, uhlí. Mazací místa jsou vždy označena červeně. Před otevřením nalévacího otvoru se očistí okolí víka, aby se do převodovky nedostaly nečistoty. Jestliže se chce dosáhnout co nejlepšího mazacího účinku, je třeba dbát na správné dodržování mazacího plánu.

#### **1.4.8 Materiál a provedení hřeblového dopravníku**

V konstrukci dopravníku nebyly použity materiály, které by byly nebezpečné pro vznik zážehové jiskry, výbuchu, podporování požárů nebo zvyšování nebezpečí vzniku požáru. Jednotlivé celky a součásti dopravníku jsou zhotoveny tak, aby zde byla zajištěna jejich vyměnitelnost. U ozubených převodů v převodovce se musí vyměnit vždy celé soukolí. Všechny části dopravníku jsou natřeny nátěrem. Nenatřené opracované plochy jsou konzervovány tukem pro krátké skladování.

#### **1.4.9 Demontáž a likvidace**

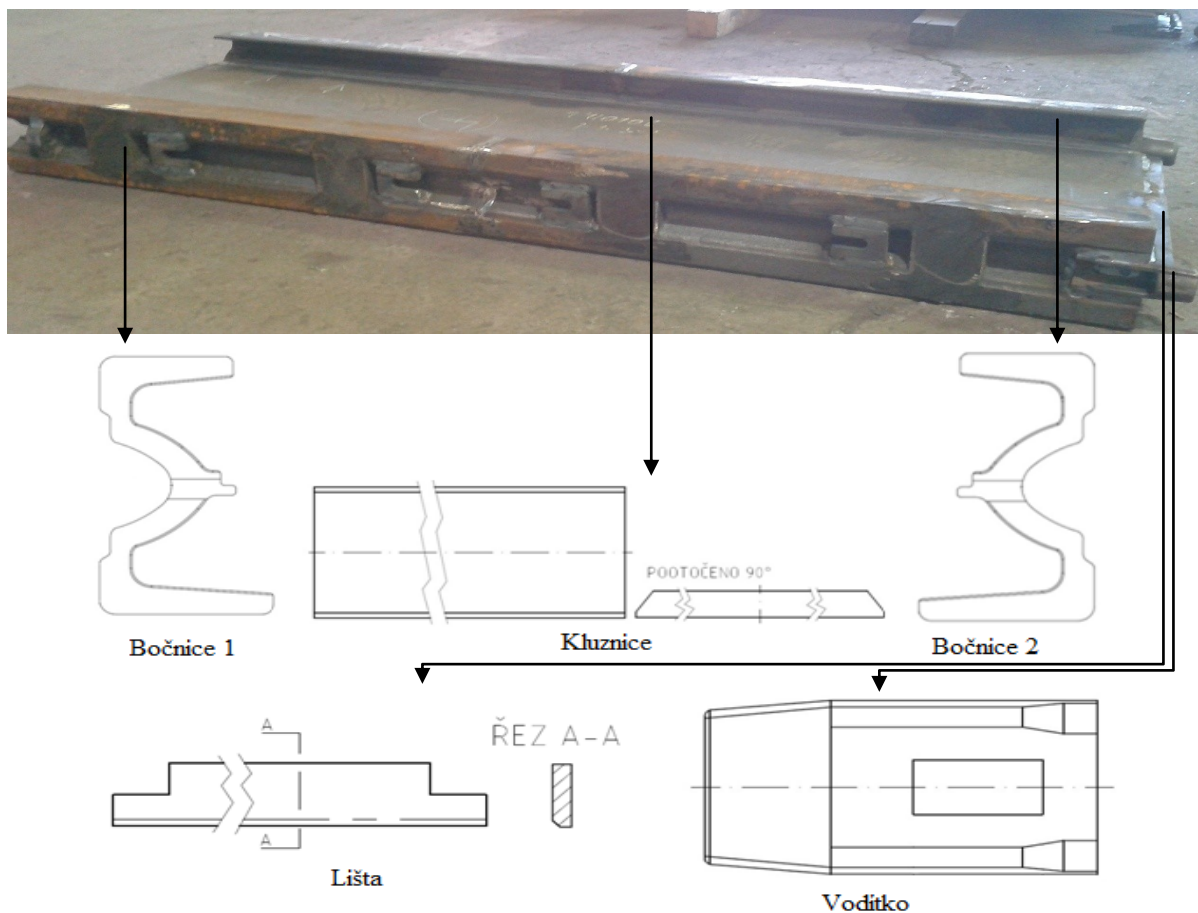
Po skončení provozního nasazení nebo po ukončení životnosti dopravníku a jeho částí se provede demontáž. Největší výhodou je demontovat stroj na největší části a ty pak demontovat na určitém pracovišti, kde je dostatek prostoru a dobré osvětlení.

Při likvidaci se kovové části šrotují. Olejové a tukové náplně se likvidují podle instrukcí od výrobce a ostatní materiály se likvidují na místě, které je k tomu určené.

## 2. SLOŽENÍ A MATERIÁL DOPRAVNÍKU

### 2.1 Složení dopravníku

Nosnou část celého dopravníku tvoří dopravní trať, po které je unášen dopravovaný materiál. Základem žlabu jsou dvě bočnice (E profil) z ořezuvzdorného materiálu umístěny čelem k sobě. Tyto bočnice jsou spojeny kluznicí, což je plech, taktéž z ořezuvzdorného materiálu, po kterém se smýkají hřebel s dopravovaným materiálem. Další dva komponenty, vodítko a lišta, slouží ke spojení daných žlabů. Výroba těchto součástí byla realizována řezáním, frézováním, hoblováním a vrtáním na obráběcích strojích ve strojovém parku firmy. Postup výroby byl zpracován do technologického postupu. Bočnice byly vyrobeny z oceli určené k zušlechťování, jde o odlitek nebo válcovaný profil. U kluznice, vodítka a lišty se jedná o univerzální nelegovanou konstrukční jemnozrnnou ocel. Kluznice a lišta byly vyrobeny z plechu. U vodítka se jedná o odlitek. Dále je součástí žlabu také držák a výztuha. Poslední dva prvky firma FERRAM STROJÍRNA s.r.o. nakupuje jako hotové díly.



Obr. 2.1 Žlab hřeblového dopravníku

## 2.2 Charakteristika materiálu – žlabu dopravníku

**Bočnice:** Byly vyrobeny z materiálu W.Nr. 1.1163. Jedná se o ocel určenou k zušlechťování. Základními legujícími prvky jsou křemík a mangan. Účelem tohoto zušlechťování je dosáhnout vysoké meze kluzu, pevnosti a také odolnosti proti únavě materiálu při vysoké houževnatosti. Při zušlechťování je jednou ze základních podmínek prokalení předmětu v celém průřezu, musíme nutně na součásti větších průřezů volit slitinové oceli.[9]

Tab. 2.2.1 Chemické vlastnosti oceli [6]

C [%]	Si [%]	Mn [%]	P [%]	S [%]	Cr [%]	Ni [%]	Mo [%]	Cr+Mo+Ni [%]
0,22 – 0,29	max. 0,40	0,40 – 0,70	max. 0,035	0,020 – 0,040	max. 0,40	max. 0,40	max. 0,10	max. 0,63

Tab. 2.2.2 Mechanické vlastnosti oceli [6]

Polotovar	ploché a dlouhé výrobky			
Rozměr t, d [mm]	≤ 16	> 16 ≤ 100	d ≤ nebo t ≤ 8	16 < d ≤ 40 nebo 8 < t ≤ 20
Stav	normalizačně žíhaný		zušlechtěný	
Mez kluzu R <sub>e</sub> [MPa] min	260	230	370	320
Mez pevnosti R <sub>m</sub> [MPa] min	min. 470	min. 440	550-700	500-650
Tažnost A [%] min	22	23	19	21
Kontrakce Z [%] min	-	-	45	50
Nárazová práce KV <sup>-20</sup> [J]	-	-	45	45
Tvrdost	-			

Tab. 2.2.3 Ostatní vlastnosti oceli [6]

<b>Tepelné zpracování</b>	kalení 860 - 900 °C, ochlazovat ve vodě normalizační žíhání 880 - 920 °C, ochlazovat na vzduchu popouštění 550 – 660 °C
<b>Ostatní vlastnosti</b>	desoxidace – uklidněná ocel
<b>Použití</b>	strojní součásti ve všeobecném strojírenství a dopravní technice

**Kluznice, vodítko, lišta:** Poslední tři komponenty byly vyrobeny z materiálu W.Nr. 1.0570 (11 523 – ČSN 41 1523). Jde o univerzální nelegovanou konstrukční jemnozrnnou ocel. Je vhodná pro dělení plamenem a plazmou. Určená pro svařované konstrukce a strojní součásti s vyšší mezí kluzu oceli. Použití pro statické, ale i dynamicky namáhané konstrukce.[10]

Tab. 2.2.4 Chemické vlastnosti oceli [6]

<b>C</b> [%]	<b>Si</b> [%]	<b>Mn</b> [%]	<b>P</b> [%]	<b>S</b> [%]	<b>Cr</b> [%]	<b>Ni</b> [%]	<b>Mo</b> [%]	<b>Cr+Mo+Ni</b> [%]	<b>Al</b> [%]
max. 0,22	max. 0,55	max. 1,60	max. 0,035	max. 0,035	max. 0,30	max. 0,30	max. 0,08	max. 0,48	min. 0,02

Tab. 2.2.5 Mechanické vlastnosti oceli [6]

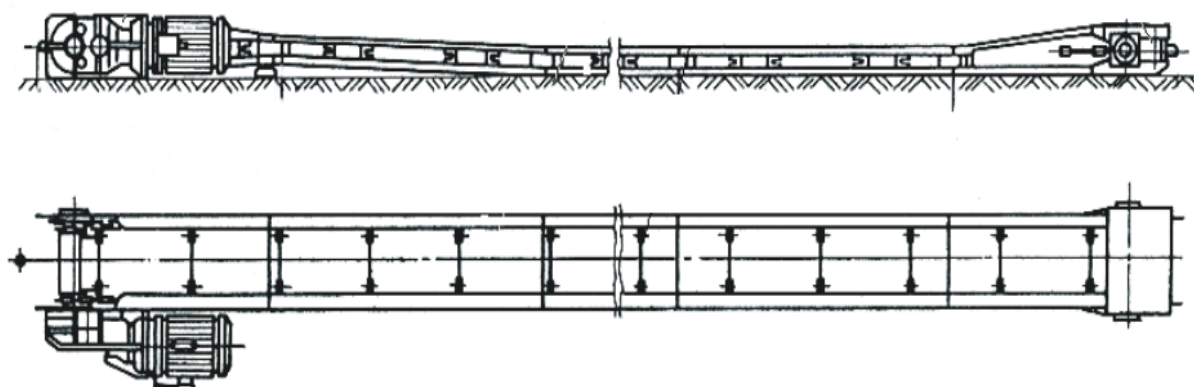
<b>Rozměr l<sub>R</sub> [mm]</b>		<b>≤ 100</b>	<b>&gt;100 ≤ 250</b>	<b>&gt;250 ≤ 500</b>
<b>Stav</b>		normalizačně žíhaný nebo normalizačně žíhaný a popouštěný		
<b>Mez kluzu R<sub>e</sub> [MPa] min</b>		315	275	265
<b>Mez pevnosti R<sub>m</sub> [MPa] min</b>		490	450	
<b>Tažnost A [%]</b>	<b>podél min</b>	20	18	
	<b>příčně min</b>	-	12	
<b>Nárazová práce KV<sup>-20</sup> [J]</b>	<b>podél min</b>	35	30	27
	<b>příčně min</b>	-	20	15

Tab. 2.2.6 Ostatní vlastnosti oceli [6]

<b>Tepelné zpracování</b>	normalizační žíhání 890 - 950 °C
<b>Ostatní vlastnosti</b>	způsob desoxidace – plně uklidněná ocel
<b>Použití</b>	součásti svařovaných konstrukcí pracují do – 20 °C

### 3. ROZBOR STÁVAJÍCÍ TECHNOLOGIE VÝROBY

V následující kapitole bude proveden popis stávající technologie výroby zadané součásti ve firmě FERRAM STROJÍRNA s.r.o. Hřeblový dopravník (obr. 3.1) je nejčastějším představitelem důlních dopravníků. Jehož vodícím prvkem je žlab a tažným prvkem bývá řetěz s hřebly. Po kluznici se posouvá materiál v horní části větve žlabu. Tento dopravník je vhodný pro úklonnou a přímočarou vodorovnou dopravu neabrazivních materiálu, nejčastěji uhlí. Největší výhodou je nezávislost na způsobu uložení trati, krátkodobé přetížení (až 100% dopravního výkonu), pevná a tuhá konstrukce, doprava horkých materiálů. Mezi nevýhody lze zařadit velkou energetickou náročnost, velkou hmotnost jednotlivých dílů a výrazné opotřebení žlabů. Blíže lze hřeblové dopravníky zařadit mezi řetězové. Pro tuto bakalářskou práci byl vybrán žlab hřeblového dopravníku s typovým označením TH 502 - šířky 532 mm, výšky 149 mm a délky 1510 mm. Moderní uhelné hornictví se bez tohoto dopravníku v dnešní době neobejde.



Obr. 3.1 Hřeblový dopravník [22]

#### 3.1 Nástroje současné výroby

Nástroje pro stávající výrobu jednotlivých součástí byly použity od firmy HANÁK NÁŘADÍ s.r.o, která je dodavatelem pro firmu FERRAM STROJÍRNA s.r.o. Jednalo se výhradně o použití frézy a vrtáku od této společnosti. Firma také dodává kompletní sortiment nástrojů pro soustružení, frézování, obrábění otvorů a zhotovování závitů. Dále také nabízí návrh nejvhodnějších nástrojů dle potřeby dané technologie obrábění, výběr nejvhodnějšího upínacího nářadí a technické poradenství zaměřené na CNC stroje a soustružnické automaty.[16]

### 3.2 Proces dělení materiálu dopravníku

K nejpoužívanějším metodám dělení materiálu patří dělení rozbrušovacím kotoučem, dělení rotačních součástí upichovacím nožem na soustruhu, tepelné dělení (plamen, elektrický oblouk, plazma, laser, elektronový paprsek), dělení nekonvekčními metodami (elektrojiskrové řezání, vodní paprsek, atd.).[4]

V našem případě bylo použito dělení rozřezáváním a tepelné dělení.

**Dělení na pásové pile** bylo provedeno dle technologického postupu jako první operace při výrobě bočnic a vodítka. Toto dělení probíhalo v prostorách přípravy materiálu ve firmě FERRAM STROJÍRNA.

Proces dělení materiálu se realizuje na poloautomatické pásové pile. Jedná se o pilu typu Pegas SHI-LR-F (obr. 3.2). Pila je určena pro dělení materiálu v kolmých i úhlových řezech, úhlové řezy jsou plynule nastavitelné od 0 do +60 stupňů vpravo a od 0 do -45 stupňů vlevo. Velké uplatnění nalézá v kusové a malosériové výrobě a vzhledem ke své robustní konstrukci umožňuje dělení velkého množství jakostí materiálu včetně nerez a nástrojových ocelí a to jak profilů, tak plných materiálů.[11]



*Obr. 3.2 Pásová pila Pegas SHI-LR-F*



Toto dělení patří k nejproduktivnějším metodám dělení materiálu a dochází zde k nejmenším ztrátám materiálu „prořezem“, což se výrazně projeví při dělení drahých materiálů. K dalším výhodám patří vysoká kvalita řezné plochy. Mezi nevýhody se řadí zejména vysoká cena nástroje. Nástrojem u této metody je pilový lis. Tyčový válcovaný i tažený materiál byl před vlastním obráběním rozřezán na potřebné délky, podle požadovaných rozměrů konečného obrobku.[5]

**Tepelné dělení** se provádělo na pálicím stroji dle technologického postupu na začátku výroby kluznice a lišty. Opět bylo realizováno v prostorách přípravy materiálu.

Proces dělení materiálu se realizuje pomocí pálicího stroje. Tento pálicí stroj nese označení CORTINA DP 4000. Byl vyroben firmou MGM Tábor, která je dlouholetým výrobcem a dodavatelem strojů pro termické dělení materiálů. Firma FERRAM STROJÍRNA používá stroj s rozměry 3x12 metrů a pálí materiály až do tloušťky 120 mm.



*Obr. 3.3 Pálicí stroj CORTINA DP 4000*

Všechny metody tepelného dělení materiálu využívají soustředěné tepelné energie působící v místě řezu. Použitá metoda u tohoto dělení byla kyslíko-acetylenovým plamenem. Tato metoda je založena na spalování ohřátého materiálu v místě řezu, řezání se provádí ručně nebo na speciálních strojích. Touto metodou lze provádět i tvarové řezy. Podmínkou řezatelnosti je, aby zápalná teplota materiálu byla menší, než je jeho teplota tavení. K nevýhodám dělení materiálu plamenem patří velký prořez a špatná kvalita řezu.[2]

### 3.3 Proces vrtání vodítka

Proces vrtání byl proveden při výrobě vodítka na požadovaný průměr 24 mm. Vrtání bylo realizováno na vrtačce v prostorách obrobny, kterou vlastní FERRAM STROJÍRNA.

Při této metodě byly zhotoveny otvory do již předpracované díry (předvrtané, předlité, přelisované, atd.). V nejčastějším případě se také zhotovují otvory do plného materiálu. Hlavní pohyb při tomto obrábění konal nástroj. Ve výjimečných případech vykonává hlavní pohyb obrobek. Vedlejší pohyb je přímočarý posuvný, který vykonával také nástroj. Při samotném obrábění byla osa vrtáku kolmá k ploše, která byla obráběna. Průchozí díry se z technologického hlediska obrábí poměrně snadno, což byl i náš případ.[4]

#### 3.3.1 Výrobní stroj

Vrtání bylo provedeno pomocí sloupové otočné vrtačky VO50 (obr. 3.4). Při tomto průběhu obrábění byl používán vrták o průměru 24 mm. Otáčky tohoto stroje byly nastaveny na  $120 \text{ min}^{-1}$  a posuv obrábění byl 1,25 mm.

#### Sloupová otočná vrtačka VO50

Technické parametry stroje:[3]

• Upínací plocha základny	1820 x 986 mm
• Šířka a vzdálenost upínacích drážek	28 x 200 mm
• Svislé přestavení ramene	875 mm
• Přestavení vřeteníku po rameni	1280 mm
• Otáčení ramene okolo sloupu	$0 - 180^\circ$
• Zdvih vřetene	310 mm
• Otáčky vřetene	$28 - 2500 \text{ min}^{-1}$
• Rozsah posuvu vřetene	0,05 – 2 mm
• Výška stroje	3396 mm
• Hmotnost stroje	4550 kg

Tato otočná vrtačka je určena pro vrtání otvorů a řezání závitů vždy pro středně velké a členité součásti. Stroj se může uplatňovat v kusové a sériové výrobě a je vhodný i pro zařízení do výrobní linky. Nejlepší vlastností tohoto stroje je velký výkon a přesnost. Při použití určitých přípravků nahradí v mnohých případech i vodorovnou vyvrtávačku. Vrtačka má vyložení ramena je 1600 mm a 1250 mm v provedení s tlačítkovou předvolbou

a programovým řízením otáček, posuvů a hloubek vrtání s pevným dorazem pro vrtání na přesnou hloubku.[13]



*Obr. 3.4 Sloupová otočná vrtačka VO50*

### **3.3.2 Nástroj pro vrtání**

Nástroj pro tento proces byl šroubovitý vrták průměru 24 mm. Jedná se o dvoubřitý nástroj se šroubovými drážkami pro odvod třísek. Tělo vrtáku je kuželovité, aby zde nedocházelo k vysokému tření. Průměr jádra se směrem ke stopce rovnoměrně zvětšuje s určitou kuželovitostí.[12]



*Obr. 3.5 Šroubovitý vrták [16]*

## **3.4 Proces hoblování kluznice**

Hoblování bylo provedeno v prostorách obrobny. Firma FERRAM STROJÍRNA tento průběh obrábění může provést na dvou hoblovkách, které jsou součástí strojového parku firmy. Hoblovky nesou označení HJHK8 a H1000.



*Obr. 3.6 Hoblovka H1000*

Při tomto procesu docházelo k obrábění dlouhých rovinných a tvarových ploch hoblovacím nástrojem, kde hlavní pohyb byl přímočarý vratný a konal ho obrobek. Vedlejší pohyb je přerušovaný posuv a koná ho nástroj. Nástroj obvykle nepracuje při vratném, zpětném pohybu. V krajní poloze se vždy nástroj posune o hodnotu  $f$  na zdvih. Nejčastější obráběné plochy jsou vodorovné, svislé nebo skloněné pod určitým úhlem. Nízké hodnoty úběru však tuto technologii odsouvají do pozadí.[5]

### 3.4.1 Výrobní stroj

K uskutečnění výroby byl dle technologického postupu použit stroj s označením HJHK8 (obr. 3.7) s rozměry stolu až 790 x 3000 mm, který je součástí strojového parku. Tento stroj byl výhradně použit na hoblování hran u kluznice. Obrábění bylo provedeno s hloubkou záběru 6 mm, řeznou rychlostí  $18 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  a s přídavkem na délku 0,4 mm.

#### Hoblovka HJHK8

Technické parametry stroje:[3]

• Šířka upínací plochy stolu	700 mm
• Délka upínací plochy stolu	2000 mm
• Hoblovací délka	2000 mm
• Hoblovací šířka	800 mm
• Hoblovací výška	350 mm
• Kopírovací zdvih	200 mm
• Celkový příkon	22 kVa
• Hmotnost stroje	13150 kg

Stroje pro hoblování mají tyto základní části: lože, pracovní stůl stojany, příčník a suporty. Obrobek se vždy upíná na stůl pomocí různých upínek, podložek a podpěr. Pro obrábění šikmých ploch se používají nožové saně suportů, které je možné naklápět na obě strany až o  $60^\circ$ . Nožové držáky se vždy při zpětném pohybu stolu mechanicky nebo hydraulicky naklápějí od základní desky suportu, čímž je zaručeno, že nedochází ke styku hřbetu nástroje s obrobenou plochou. Podle konstrukce dělíme hoblovky: jednostojanové, dvoustojanové a deskové.[5]



*Obr. 3.7 Hoblovka HJHK8*

### **3.4.2 Nástroj pro hoblování**

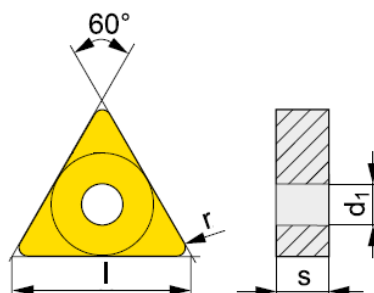
Hoblovací nože jsou velice podobné soustružnickým nožům s tím, že mají větší průřez, protože jsou navíc namáhány mechanickými rázy. Jejich geometrie je stejná jako u soustružnických nožů až na úhel sklonu hlavní řezné hrany, který je záporný z důvodu prvního záběru při přerušovaném řezu. Vyrábí se obvykle z rychlořezné oceli a jsou celistvé nebo mají tělo vyrobené z konstrukční oceli s břitovými destičkami ze slinutých karbidů.[5]



Obr. 3.8 Nůž PDNN 2525 M 15

**VBD:** TNMG 160408E-M

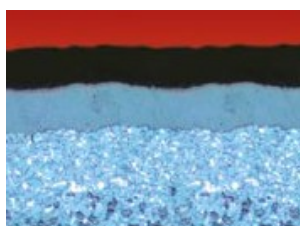
- Průměr  $d_1$   $d_1 = 5,16 \text{ mm}$
- Délka  $l$   $l = 22 \text{ mm}$
- Šířka  $s_1$   $s_1 = 4,76 \text{ mm}$
- Rádus špičky  $r$   $r = 0,8 \text{ mm}$



Obr. 3.9 VBD TNMG 160408E-M [21]

**Označení povlakovaného materiálu:** T9315

Jedná se o funkčně gradientní substrát s jemnou strukturou s relativně nízkým obsahem kobaltu. Vysoce univerzální materiál s vyváženým poměrem otěruvzdornosti. Pro vysoké řezné rychlosti. Kontinuální až lehce přerušovaný řez. Prioritně určený pro povlakování materiálu skupiny P.[21]



Obr. 3.10 Mikrostruktura T9315[21]

### 3.5 Proces frézování lišty

Při frézování byl materiál obrobku odebírán břity rotujícího nástroje. V dnešní době u moderních frézovacích strojů jsou posuvové pohyby plynule měnitelné a mohou se realizovat ve všech směrech. Řezný proces bývá z pravidla přerušovaný, každý zub frézy odřezává krátké třísky proměnné tloušťky.[2]

U frézování je výhradně velkou předností velká výkonnost při velmi dobré kvalitě obrábění. Frézování bylo využito pro obrábění tvarových ploch. Může se také použít pro obrábění rovinných ploch, obrábění drážek různých profilů, závitů a ozubení. Hlavní řezný pohyb byl rotační a koná ho nástroj. Vedlejší řezný pohyb byl posuv, který je obvykle přímočarý a koná ho obrobek. Z technologického hlediska se podle polohy osy nástroje k obráběné ploše rozlišujeme frézování: válcové, čelní, okružní a planetové.[4]

#### 3.5.1 Výrobní stroj

V neposlední řadě i frézování bylo realizováno v prostorách obrobny, kde se nachází požadovaný stroj pro výrobu – frézka. Tento postup výroby byl realizován na svislé konzolové frézce. Stroj byl výhradně použit na sražení hran součástí, převážně lišty. Obrábění bylo vykonáno za pomoci frézy průměru 125 mm a zvolených řezných parametrů - otáčky nástroje  $224 \text{ min}^{-1}$ , posuv 0,5 mm.

#### Svislá konzolová frézka FGUE 32 (obr. 3.11)

Technické parametry stroje:[3]

• Délka pracovní plochy stolu	1250 mm
• Šířka pracovní plochy stolu	350 mm
• Upínací rozměr stolu	350 x 1250 mm
• Podélný posuv (X)	900 mm
• Svislý posuv (Z)	250 mm
• Příčný posuv (Y)	900 mm
• Kužel dutiny vřetena	ISO 50
• Rozměry stroje d x š x v	3600 x 2700 x 1720 mm
• Hmotnost stroje	3200 kg



Tyto stroje mají velmi univerzální použití. Osa pracovního vřetene je kolmá k upínací ploše stolu. Mají použití pro obrábění rovinných, ale také nepravidelných ploch. Natočení svislé hlavy je možné provádět o  $\pm 45^\circ$  na obě strany. Pro obrábění se nejvíce používají čelní frézy, které jsou upnuté na krátkém trnu nebo frézy s kuželovou stopkou, upínané přímo do kužele vřetena. Největší frézy používají frézovací hlavy.[5, 14]



*Obr. 3.11 Frézka FGUE 32*

### **3.5.2 Nástroj pro frézování**

Při obrábění lišty byla použita univerzální čelní fréza, pomocí které bylo provedeno sražení hrany  $3 \times 45^\circ$ . Průměr frézy byl 125 mm.

Frézy (obr. 3.12) můžeme rozdělit podle několika kritérií:[15]

- Podle ploch na nichž jsou vytvořeny zuby (válcové, kotoučové, čelní, atd.).
- Podle způsobu upínání (stopkové, nástrčné).
- Podle způsobu výroby zubů (např. lité).
- Podle počtu zubů vzhledem k průměru frézy.
- Podle tvaru břitu (s břity šikmými, přímými, šroubovitými).
- Podle rezného materiálu.

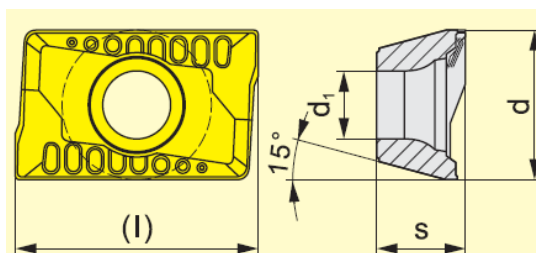




Obr. 3.12 Univerzální čelní fréza

**Použitá VBD: ADKT 1505PDER-M**

- Průměr  $d_1$   $d_1 = 4,4 \text{ mm}$
- Délka  $l$   $l = 15,55 \text{ mm}$
- Výška  $s$   $s = 5,6 \text{ mm}$
- Délka  $d$   $d = 9,53 \text{ mm}$



Obr. 3.13 Tvar VBD ADKT 1505PDER-M [21]

**Označení povlakovaného materiálu: CWM 31**

Tento povlakovaný materiál má použití pro frézování oceli, ocelolitiny a nerezavějících ocelí při středně vysokých řezných rychlostech.[21]

CVD-TiC / TiN

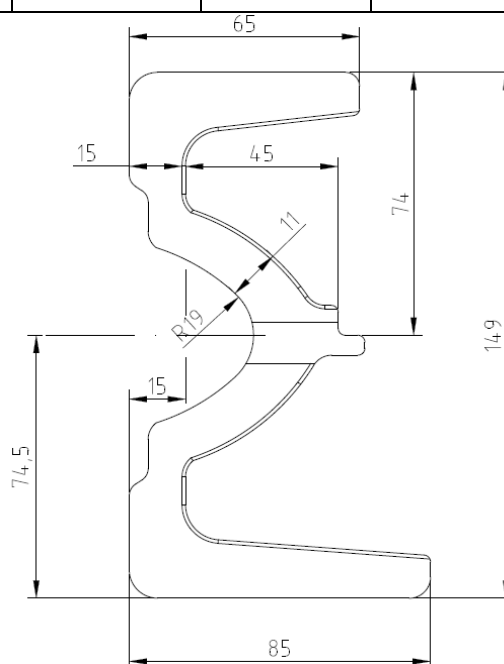


Obr. 3.14 Mikrostruktura CWM 31 [21]

## 4. TECHNOLOGICKÝ POSTUP STÁVAJÍCÍ VÝROBY

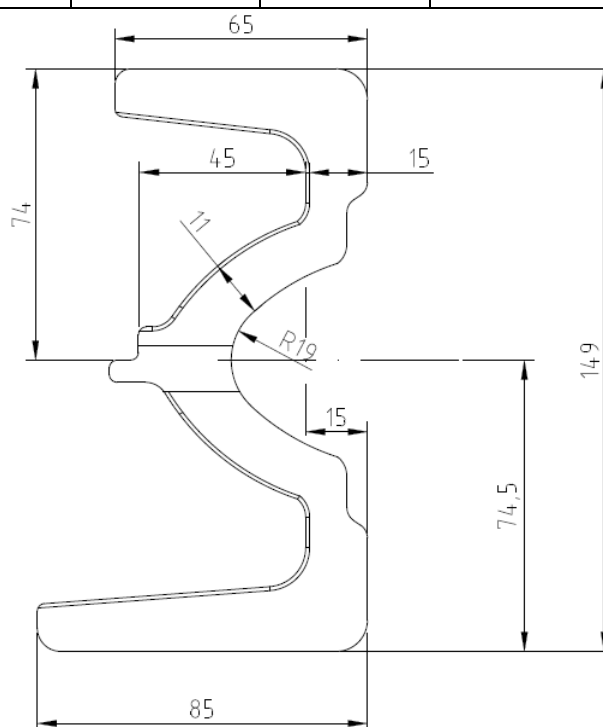
### 4.1 Technologický postup výroby bočnice 1

Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:	
				$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800044 řezat	02 příprava - pila	15	10,00	150
J- 20	800045 rovnat	11 svařovna - ruční	15	8,00	120
J- 30	800046 upravit, nabrousit hrany, pálit vybrání	11 svařovna - ruční	15	10,00	150



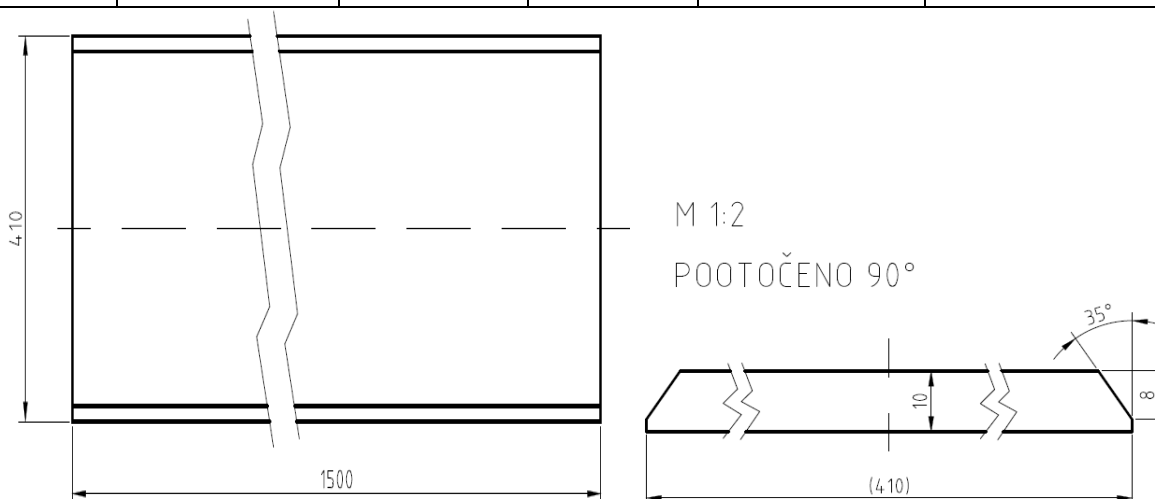
## 4.2 Technologický postup výroby bočnice 2

Operace č.	ID  Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:	
				$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800094  řezat	02  příprava - pila	15	10,00	150
J- 20	800095  rovnat	11  svařovna - ruční	15	8,00	120
J- 30	800096  upravit, nabrousit hrany, pálit vybrání	11  svařovna - ruční	15	10,00	150



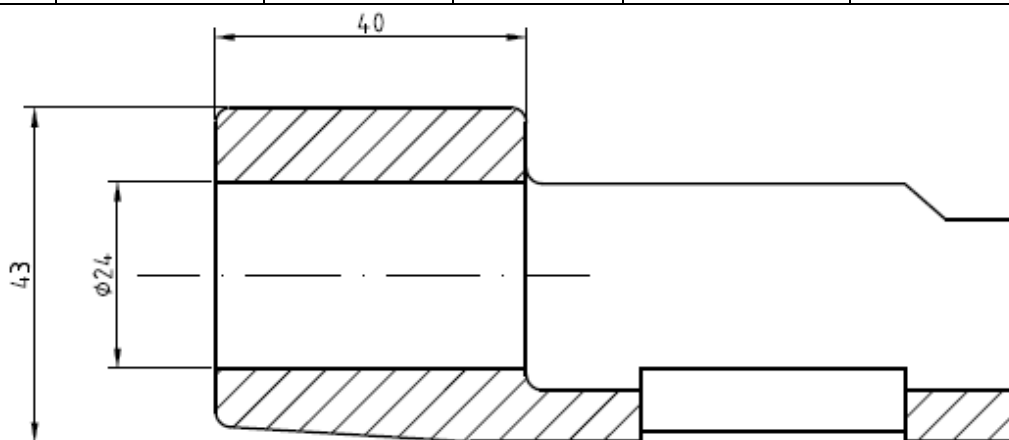
### 4.3 Technologický postup výroby kluznice

Operace č.	ID  Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:	
				$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800117  pálit	01  příprava - pálicí	15	15,00	225
J- 20	800118  obrousit, vyrovnat	11  svařovna - ruční	15	5,00	75
J- 30	800119  hoblovat hrany	06  obrobna – hoblov.	15	40,00	600
J- 40	800120  odostit	11  svařovna - ruční	15	3,00	45



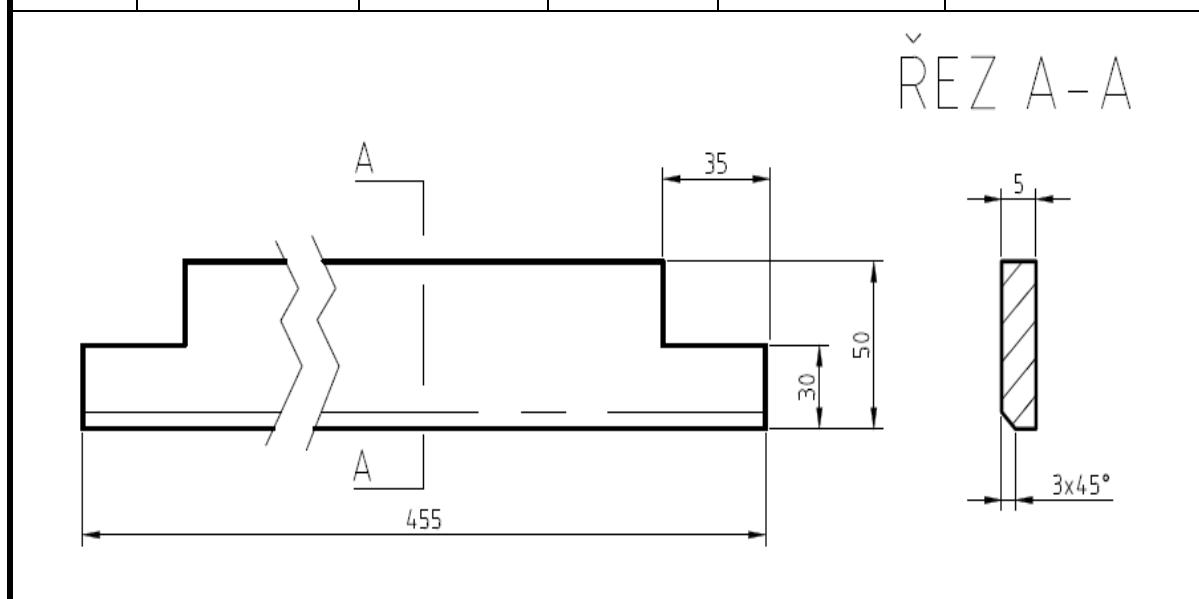
#### 4.4 Technologický postup výroby vodítka

Operace č.	ID  Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:	
				$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800121  řezat na rozměr	02  příprava - pila	30	2,00	60
J- 20	800122  rýsovat, upnout do přípravku vrtat d24, odostit	08  obrobna - vrtačka	30	5,00	150



#### 4.5 Technologický postup výroby lišty

Operace č.	ID  Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:	
				$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800123  pálit tvar	01  příprava - pálicí	15	4,50	68
J- 20	800124  obrousit, rovnat	11  svařovna - ruční	15	2,00	30
J- 30	800125  frézovat hranu	06  obrobna – frézka.	15	5,00	75
J- 40	800126  odostit	11  svařovna - ruční	15	1,00	15



## **5. NÁVRH NOVÉHO TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VÝROBY**

Na základě zvolené součásti, při řešení nového technologického postupu výroby, se vycházelo ze stávající technologie výroby zadané součásti. Nový technologický postup byl vytvořen pomocí strojů použitých při současně výrobě. Hoblování a frézování hran bylo nahrazeno vhodnější technologií obrábění. Dále byly navrženy nové a upraveny stávající operace výroby dané součásti. Tímto novým návrhem technologického postupu výroby bude dosaženo zkrácení výrobních časů při obrábění jednotlivých součástí a snížení nákladů na výrobu žlabu jako celku.

### **5.1 Popis nově navržené technologie**

Nově navržená technologie výroby bude spočívat v obrábění na třech obráběcích strojích. Dva stroje už byly použity i v současném technologickém postupu výroby – frézka a vrtačka. U těchto strojů byly nově navrženy nástroje pro výrobu a řezné podmínky. Posledním strojem při výrobě je ukosovací systém UZ 15, který efektivně pracuje při sražení a obrábění hran. Pomocí tohoto systému se budou obrábět hrany při výrobě kluznice a lišty. Systém dělení a přípravy materiálu zůstane stejný jako u současného technologického postupu výroby.

### **5.2 Volba strojů pro obrábění zadané součásti**

Při volbě strojů pro obrábění byly zvoleny stroje ze strojového parku firmy FERRAM STROJÍRNA s.r.o – svislá konzolová frézka a sloupová otočná vrtačka. Pomocí frézky (viz. obr. 3.11) při návrhu nového postupu výroby bylo na tomto stroji zhotoveno vybrání při výrobě obou bočnic. Vybrání bylo frézováno pomocí nově navrženého nástroje - frézy. Na vrtačce (viz. obr. 3.4) v nové technologii výroby bylo stejně jako ve stávající výrobě navrženo vrtání vodítka do průměru 24 mm při výrobě vodítka. Jako další stroj byl vybrán oboustranný ukosovací systém s označením UZ 15, který firma běžně také používá při výrobě.

## Ukosovací systém UZ 15

Tento stroj byl zvolen, protože se nejvíce hodí na obrábění hran v novém technologickém postupu. Je taky velice univerzální. Obrábění hran bylo realizováno na kluznici a liště při výrobě těchto součástí v prostorách obrobny materiálu.

Technické parametry stroje:[17]

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| • Maximální šířka úkosu    | 15 mm                         |
| • Plynule stavitelný úhel  | 15° – 55°                     |
| • Tloušťka ukos. materiálu | 5 – 40 mm                     |
| • Pohon                    | 1500W, 2800 min <sup>-1</sup> |
| • Hmotnost                 | 94 kg                         |



Obr. 5.1 Ukosovací systém UZ 15 [17]

## 5.3 Návrh nových nástrojů a řezných parametrů

### 5.3.1 Volba nástrojů

Pro novou technologii obrábění byly zvoleny nástroje od jiné firmy než ve stávající výrobě. Tyto firmy (PRECITOOL CZ s.r.o, Pramet Tools s.r.o) nově zvolených nástrojů již řadu let patří ke světové špičce v oblasti výroby obráběcích nástrojů a řezných materiálů. Naopak nástroje pro ukosovací systém U15 byly voleny od firmy N.KO spol. s.r.o, která stroj vyrábí. Volba nástroje byla provedena tak, aby se co nejvíce podobala nástrojům současné výroby jednotlivých součástí. Byla tedy zvolena nová fréza pro obrábění vybrání u obou bočnic, vrták pro vrtání průměru 24 mm a v neposlední řadě také fréza pro daný ukosovací systém.



## Nástroj pro vrtání

- Spirálový vrták HSS, DIN 345, Typ N

Nástroj pro vrtání patří mezi rozměrové a umožňuje výrobu děr. Řadí se zde vrtáky, výstužníky, výhrubníky a záhlubníky. Tento nově navržený vrták (obr. 5.2) byl použit pro vrtání průměru 24 mm při výrobě vodítka. Nástroj byl volen z katalogu firmy PRECITOOL CZ s.r.o.

Parametry vrtáku:[19]

- |                     |                        |
|---------------------|------------------------|
| • Průměr vrtáku     | $d_1 = 24 \text{ mm}$  |
| • Délka řezné části | $l_2 = 160 \text{ mm}$ |
| • Délka vrtáku      | $l_1 = 281 \text{ mm}$ |

Řezné podmínky:[19]

- |                   |  |
|-------------------|--|
| • Řezná rychlost  | $v_c = 30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ |
| • Posuv na otáčku | $f_n = 0,3 \text{ mm}$                     |



Obr. 5.2 Vrták HHS [19]

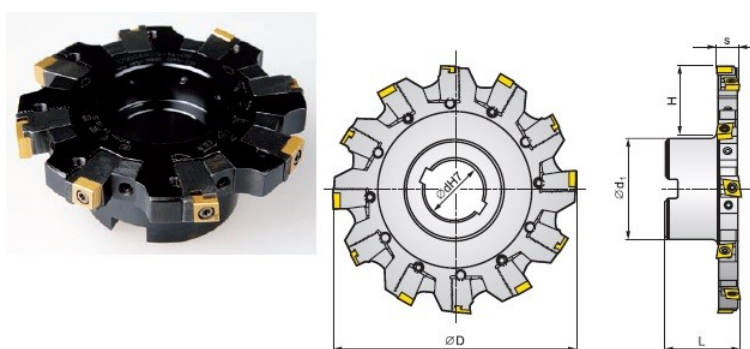
## Nástroj pro frézování

- Kotoučová fréza S90CN(XN) – R, ozn. 160B06R-S90CN10N18

Nástroje pro frézování patří po soustružnických nožích mezi nejdůležitější nástroje. Pomocí frézování se mohou vyrábět rovinné, ale také tvarové plochy. Frézu řadíme mezi vícebřité nástroje a na výrobu je mnohem pracnější. Pomocí této frézy (obr. 5.3) bylo provedeno frézování vybrání při výrobě obou bočnice. Volba nástroje byla provedena z katalogu firmy Pramet Tools s.r.o.

Parametry frézy:[21]

- |                |                            |
|----------------|----------------------------|
| • Průměr D     | $D = 160 \text{ mm}$       |
| • Průměr dH7   | $dH7 = 40 \text{ mm}$      |
| • Délka L      | $L = 50 \text{ mm}$        |
| • Průměr $d_1$ | $d_1 = 70 \text{ mm}$      |
| • Šířka s      | $s = 14 - 18,5 \text{ mm}$ |
| • Délka H      | $H = 44 \text{ mm}$        |
| • Počet zubů z | $z = 12 [-]$               |
| • Hmotnost m   | $m = 2,7 \text{ kg}$       |



Obr. 5.3 Fréza S90CN(XN) – R [21]

### Volba řezného materiálu

Na základě mezinárodní normy ISO 513 se stanovuje klasifikace tvrdých řezných materiálů a určuje se jejich používání. Dělí se na obráběcí materiály do 6 aplikačních skupin a každá se pak dělí na další aplikační skupiny. Hlavní skupiny se dělí podle materiálu, který se jimi obrábí. Poznávacími prvky je barva a písmena. Pořadí v aplikačních skupinách bylo výrobci řezných materiálů uspořádáno podle relativního opotřebení a pevnosti.[7]

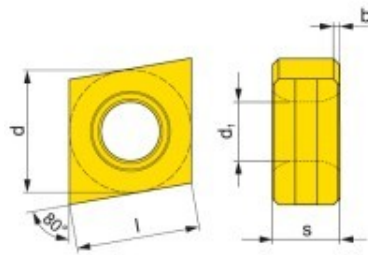
V našem případě byl pro VBD použit řezný materiál skupiny P. Tyto oceli představují největší skupinu materiálů a dále se dělí do skupin od nelegovaných až po vysokolegované materiály. Řadí se zde i oceli na odlitky, feritické a martenzitické korozivzdorné oceli. Obrobitelnost je obvykle dobrá, ale liší se v závislosti na tvrdosti materiálu, obsahu uhlíku, atd.[18]

<b>P</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>uhlíkové (nelegované) oceli třídy 10, 11, 12</li> <li>legované oceli tříd 13, 14, 15, 16</li> <li>nástrojové oceli uhlíkové (191 ..., 192 ..., 193 ...)</li> <li>nástrojové legované oceli (193 ... až 198 ...)</li> <li>uhlíková ocelolitina skupiny 26 (4226 ....)</li> </ul>
----------	--

Obr. 5.4 Označení oceli [18]

VBD CNHQ 1005AZTN:[21]

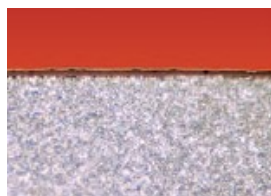
- Délka  $d$   $d = 10 \text{ mm}$
- Délka  $l$   $l = 10 \text{ mm}$
- Šířka  $s$   $s = 5,4 \text{ mm}$
- Průměr  $d_1$   $d_1 = 4,7 \text{ mm}$



Obr. 5.5 Tvar VBD CNHQ 1005AZTN [21]

**Označení povlakovaného materiálu: 8230**

Jedná se o vysoce univerzální řezný materiál. Kombinuje dobrou otěruvzdornost spolu s dobrou provozní spolehlivostí. Je použitelný pro všechny skupiny obráběných materiálu, střední řezné rychlosti i pro nestabilní záběrové podmínky.[21]



Obr. 5.6 Mikrostruktura 8230[21]

**Nástroj pro ukosovací systém**

- Fréza pro ukosovací systém UZ 15

Tato fréza od firmy N.KO spol. s.r.o je přímo určena pro daný ukosovací systém UZ 15. Frézou byl prováděn úkos při výrobě lišty 3 x 45°. Dále pak i sražení hrany při zhotovení kluznice 8 x 35°.

Řezné podmínky:[17]

- Otáčky  $n = 2800 \text{ min}^{-1}$
- Průměr frézy  $D = 100 \text{ mm}$
- Počet zubů  $z = 45$
- Posuvová rychlost  $v_f = 3,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$



Obr. 5.7 Fréza pro ukosovací systém UZ 15[17]

## 5.4 Návrh řezných podmínek a výpočet strojního času

### Vrtání

Řezné podmínky při vrtání se obvykle pohybují ve velkém rozsahu a také v závislosti na druhu nástroje. Hloubka záběru při vrtání do plného materiálu je určena poloměrem nástroje. Při vrtání do předvrtaného otvoru je dána rozdílem poloměru otvoru před a po vrtání. Posuv na otáčku se volí větší než 0,05 mm a pohybuje se obvykle v rozmezí 0,05 – 1,1 mm. Velikost posuvu se volí s ohledem na druh nástroje a obráběný materiál (ocel 0,05 až 0,5 mm). Řezné rychlosti v porovnání s frézováním a soustružením jsou nižší a to proto, že pracují za nepříznivých podmínek. Odvod tepla z místa řezu je velice špatný a břit je značně teplotně zatížen. Při vrtání se obvykle řezné rychlosti pohybují v rozsahu 10 – 300 m · min<sup>-1</sup>. [20]

- |                   |  |
|-------------------|--|
| • Délka náběhu    | $l_n = 3 \text{ mm}$                       |
| • Délka přeběhu   | $l_p = 0 \text{ mm}$                       |
| • Délka           | $l = 110 \text{ mm}$                       |
| • Řezná rychlost  | $v_c = 30 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ |
| • Posuv na otáčku | $f_n = 0,3 \text{ mm}$                     |
| • Průměr          | $D = 24 \text{ mm}$                        |

### Výpočet strojního času

#### Otáčky

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n'}{1000} \Rightarrow n' = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{30 \cdot 1000}{\pi \cdot 24} = 397,9 \text{ min}^{-1} \Rightarrow n = 400 \text{ min}^{-1}$$

Posuvová rychlost

$$v_f = f \cdot n = 0,3 \cdot 400 = 120 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Strojní čas

$$t = \frac{l + l_n + l_p}{f \cdot n} = \frac{110 + 3 + 0}{0,3 \cdot 400} = 0,94 \text{ min}$$

### Frézování

Hloubka záběru u frézování se pohybuje v rozmezí 0,5 – 20 mm, ale i více. Při frézování na čisto se volí obvykle v rozsahu 0,5 – 2 mm. Posuv na zub nesmí klesnout pod 0,05 mm, protože pak se nám začíná projevovat vliv poloměru ostří břitu nástroje. Posuv na zub se volí nejčastěji 0,05 – 0,4 mm. Pro běžné frézování se volí 0,1 – 0,4 mm a pro frézování tvarovými frézami 0,05 – 0,2 mm. Řezné rychlosti se pohybují v rozsahu 20 – 570 m·min<sup>-1</sup> a jsou závislé na druhu obráběného materiálu, také na materiálu stroje a způsobu frézování.[20]

### Obrábění kluznice:

- |                         |   |
|-------------------------|---|
| • Otáčky                | $n = 2800 \text{ min}^{-1}$                   |
| • Délka                 | $l = 1500 \text{ mm}$                         |
| • Délka náběhu, přeběhu | $l_{n,p} = 0 \text{ mm}$                      |
| • Posuvová rychlost     | $v_f = 3500 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$ |

### Výpočet strojního času

Posuv

$$v_f = f \cdot n \Rightarrow f = \frac{v_f}{n} = \frac{3500}{2800} = 1,25 \text{ mm}$$

Strojní čas

$$t = \frac{(l + l_n + l_p) \cdot i}{f \cdot n} = \frac{(1500 + 0 + 0) \cdot 3}{1,25 \cdot 2800} = 1,29 \text{ min}$$

**Obrábění lišty:**

- Otáčky  $n = 2800 \text{ min}^{-1}$
- Délka  $l = 455 \text{ mm}$
- Délka náběhu, přeběhu  $l_{n,p} = 0 \text{ mm}$
- Posuvová rychlost  $v_f = 3500 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$

**Výpočet strojního času**

Posuv

$$v_f = f \cdot n \Rightarrow f = \frac{v_f}{n} = \frac{3500}{2800} = 1,25 \text{ mm}$$

Strojní čas

$$t = \frac{(l + l_n + l_p) \cdot i}{f \cdot n} = \frac{(455 + 0 + 0) \cdot 2}{1,25 \cdot 2800} = 0,26 \text{ min}$$

**Obrábění bočnic:**

- Řezná rychlost  $v_c = 245 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$
- Průměr nástroje  $D = 160 \text{ mm}$
- Počet zubů  $z = 12 [-]$
- Délka náběhu, přeběhu  $l_{n,p} = 2 \text{ mm}$
- Posuv  $f_z = 0,1 \text{ mm}$

**Výpočet strojního času**

Otáčky

$$v_c = \frac{\pi \cdot D \cdot n'}{1000} \Rightarrow n' = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{245 \cdot 1000}{\pi \cdot 160} = 487,4 \text{ min}^{-1} \Rightarrow n = 560 \text{ min}^{-1}$$

Posuvová rychlost

$$v_f = f_z \cdot n \cdot z = 0,05 \cdot 560 \cdot 12 = 336 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$$

Strojní čas

$$t = \frac{(l + l_n + l_p) \cdot i}{f \cdot n \cdot z} = \frac{(35 + 2 + 2) \cdot 1}{0,05 \cdot 560 \cdot 12} = 0,12 \text{ min}$$

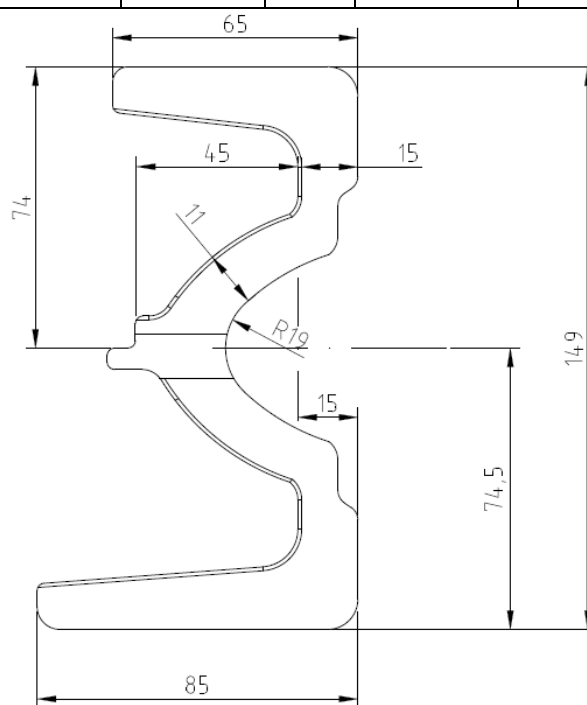
## 6. OVĚŘENÍ TECHNOLOGICKÉHO POSTUPU VE VÝROBĚ

### 6.1 Technologický postup výroby bočnice 1

Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:				
				$f_{ot}/f_z$	$v_c$	$n$	$t_j$	$t_c$
				[mm]	[m • min <sup>-1</sup> ]	[min <sup>-1</sup> ]	[min]	[min]
J- 10	800044 řezat	příprava - pila	15	–	–	–	10,00	150
J- 20	800045 rovnat, upravit	svařovna - ruční	15	–	–	–	11,00	120
J- 30	800046 nabrousit hrany, frézovat vybrání	obrobna - frézka	15	0,1	245	560	5,00	75

## 6.2 Technologický postup výroby bočnice 2

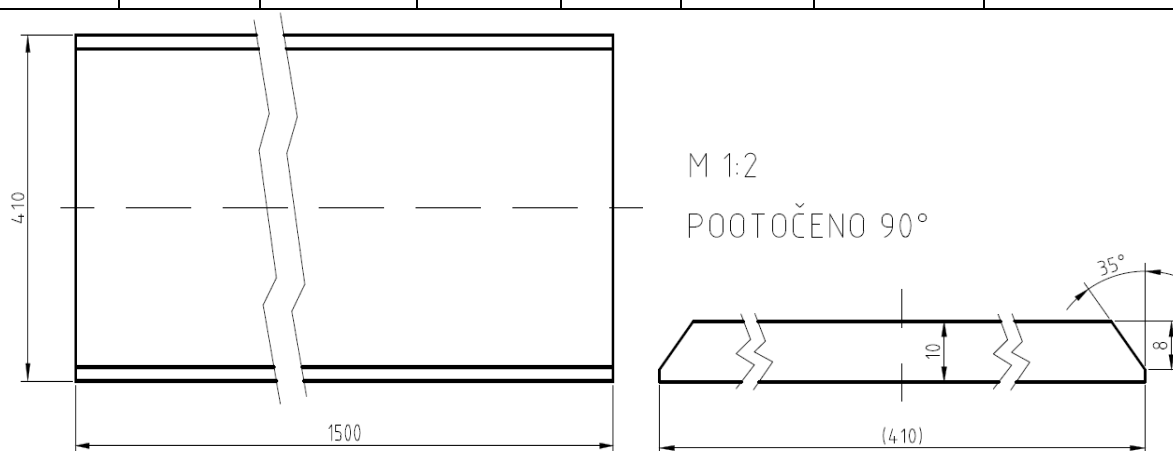
Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:				
				$f_{ot}/f_z$ [mm]	$v_c$ [m • min <sup>-1</sup> ]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800094 řezat	příprava - pila	15	–	–	–	10,00	150
J- 20	800095 rovnat, upravit	svařovna - ruční	15	–	–	–	11,00	120
J- 30	800096 nabrousit hrany, frézovat vybrání	obrobna - frézka	15	0,1	245	560	5,00	75





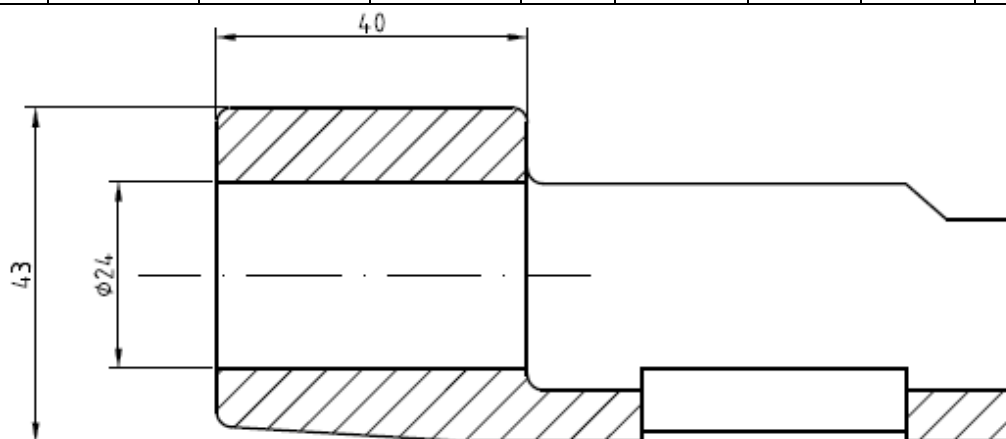
### 6.3 Technologický postup výroby kluznice

Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:			
				$f_{ot}/f_z$ [mm]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800117 pálit	příprava - pálicí	15	–	–	15,00	225
J- 20	800118 obrousit, vyrovnat	svařovna - ruční	15	–	–	5,00	75
J- 30	800119 srazit hrany 8 x 35°	obrobna – ukosovací systém	15	1,25	2800	7,00	105
J- 40	800120 odostit	svařovna - ruční	15	–	–	3,00	45



## 6.4 Technologický postup výroby vodítka

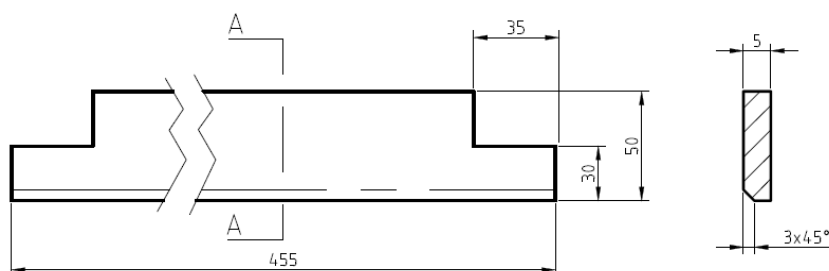
Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:				
				$f_{ot}/f_z$ [mm]	$v_c$ [m • min <sup>-1</sup> ]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800121 řezat na rozměr	příprava - pila	30	–	–	–	2,00	60
J- 20	800122 rýsovat, upnout do přípravku vrtat d24, odostit	obrobna - vrtačka	30	0,3	30	400	4	120



## 6.5 Technologický postup výroby lišty

Operace č.	ID Název	Pracoviště	Množství	Výrobní podmínky:			
				$f_{ot}/f_z$ [mm]	$n$ [min <sup>-1</sup> ]	$t_j$ [min]	$t_c$ [min]
J- 10	800123 pálit tvar	příprava - pálicí	15	–	–	4,50	68
J- 20	800124 obrousit, rovnat	svařovna - ruční	15	–	–	2,00	30
J- 30	800125 srazit hrany 3 x 45°	obrobna – ukosovací systém	15	1,25	2800	2	30
J- 40	800126 odostit	svařovna - ruční	15	–	–	1,00	15

ŘEZ A-A



## Závěr

Jednicový čas – Jedná se o čas potřebný k provedení dané operace na jednom kusu výrobku. V technologickém postupu byl započítán čas nutný k přípravě a obrábění.

## 7. TECHNICKO – EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Úkolem technicko-ekonomického zhodnocení je určit náklady potřebné k výrobě součásti podle navrženého technologického postupu, určení prodejní ceny součásti při dosažení požadovaného zisku a stanovení výrobního množství.

Jedná se o porovnání stávající a nově navržené technologie výroby (obrábění) žlabu. Vypracování bylo provedeno ze zjištěných hodnot výrobního času u jednotlivých operací při obrábění. U stávající technologie byly jednotlivé časy výroby získány z technologického postupu součástí. Hlavním cílem tohoto zhodnocení bude spotřeba času a celkové náklady na výrobu.

### 7.1 Ekonomické hodnocení

Při výpočtu byly použity ekonomické ukazatele dané firmy nebo byly stanoveny odborným odhadem.

#### 7.1.1 Současná technologie výroby

##### Kluznice:

Pálicí stroj: 1 900 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Hoblovka: 1 400 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Čas výroby:  $15 + 8 + 40 = 63$  minut

Počet vyrobených kusů za hodinu:

Cena jednoho kusu:

Počet ks =  $60 \text{ min} / \text{čas výroby}$

1 kus = hodinová sazba / počet ks

Počet ks =  $60 / 15$

1 kus =  $1\,900 / 4$

Počet ks = 4

1 kus = 475 Kč

Počet vyrobených kusů za hodinu:

Cena jednoho kusu:

Počet ks =  $60 \text{ min} / \text{čas výroby}$

1 kus = hodinová sazba / počet ks

Počet ks =  $60 / 8$

1 kus =  $300 / 7,5$

Počet ks = 7,5

1 kus = 40 Kč

Počet vyrobených kusů za hodinu:

Cena jednoho kusu:

Počet ks = 60 min / čas výroby

1 kus = hodinová sazba / počet ks

Počet ks = 60 / 40

1 kus = 1 400 / 1,5

Počet ks = 1,5

1 kus = 934 Kč

Celková výroba jednoho kusu kluznice se rovná 1 449 Kč.

Stejnou metodou výpočtu bylo postupováno i při výpočtu dalších součástí při výrobě. Pro zjednodušení je vždy napsán stroj pro výrobu a celková cena výroby daných komponentů.

**Bočnice 1,2:**

Pila: 1 100 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Ruční pálení: 850 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Čas výroby: 10 + 10 + 8 = 28 minut

Celková výroba jednoho kusu bočnice se rovná 366 Kč.

**Vodítko:**

Pila: 1 100 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Vrtačka: 1 000 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Obráběč: 150 Kč/hod (hodinová sazba)

Čas výroby: 2 + 3 + 2 = 7 minut

Celková výroba jednoho kusu vodítka se rovná 104 Kč.

**Lišta:**

Pálicí stroj: 1 900 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Frézka: 1 300 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Čas výroby: 4,5 + 3 + 5 = 12,5 minut

Celková výroba jednoho kusu lišty se rovná 257 Kč.

Celková výroba jednoho kusu žlabu se rovná 2 680 Kč. Do výpočtu zahrnujeme 2 kusy bočnice a 2 kusy vodítka.

### 1.1.1 Nově navržená technologie

#### **Kluznice:**

Pálicí stroj: 1 900 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Ukosovací systém: 1 450 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Čas výroby:  $15 + 8 + 7 = 30$  minut

Celková výroba jednoho kusu kluznice se rovná 685 Kč.

#### **Bočnice 1,2:**

Pila: 1 100 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Frézka: 1 300 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Čas výroby:  $10 + 11 + 5 = 26$  minut

Celková výroba jednoho kusu bočnice se rovná 348 Kč.

#### **Vodítko:**

Pila: 1 100 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Vrtačka: 1 000 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Čas výroby:  $2 + 4 = 6$  minut

Celková výroba jednoho kusu vodítka se rovná 104 Kč.

#### **Lišta:**

Pálicí stroj: 1 900 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Zámečnick: 300 Kč/hod (hodinová sazba + ostatní náklady)

Ukosovací systém: 1 450 Kč/hod (cena stroje + fixní a variabilní náklady)

Čas výroby:  $4,5 + 3 + 2 = 9,5$  minut

Celková výroba jednoho kusu kluznice se rovná 206 Kč.

Celková výroba nově navrženého technologického postupu součásti se rovná 1795 Kč. Taktéž bylo započteno do celkové částky 2 kusy bočnic a 2 kusy vodítka.

Tab. 7.1.1 Přehled výroby

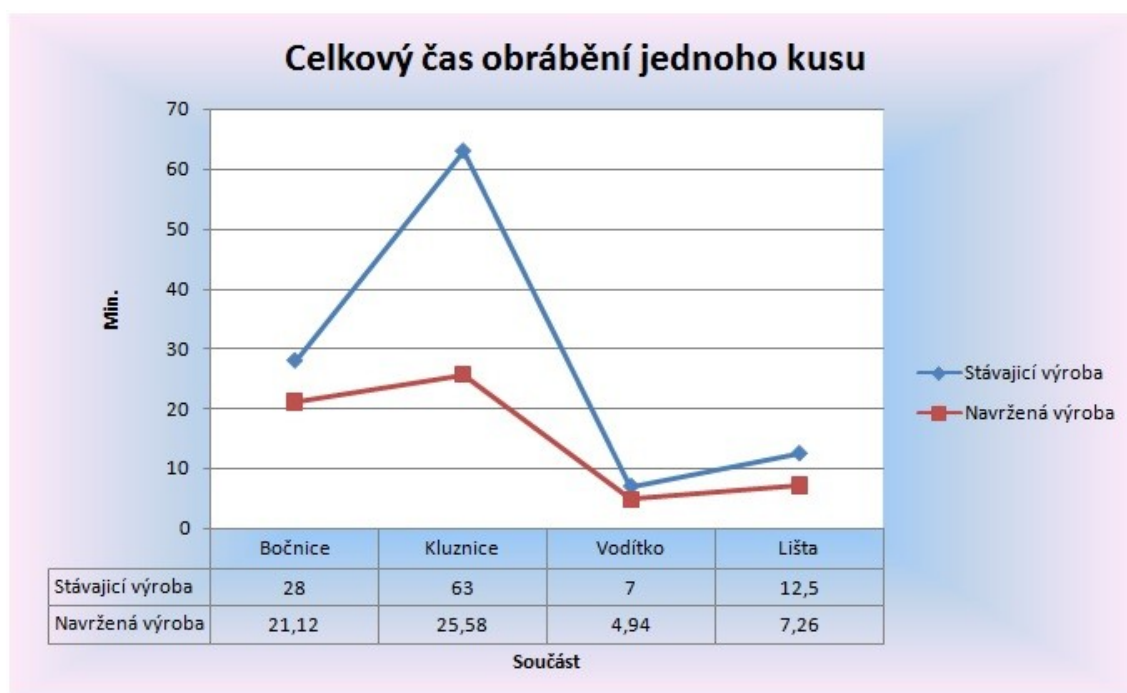
Postup výroby	Součást	Celkový čas obrábění jednoho kusu [min]	Počet obrobených komponentů [ks/hod]	Cena jednoho kusu [Kč]	Ušetřené náklady při výrobě 15 ks [Kč]
Stávající výroba	Bočnice 1,2	28	2,14	2680	0
	Kluznice	63	0,95		
	Vodítko	7	8,57		
	Lišta	12,5	4,80		
Navržená výroba	Bočnice 1,2	26	2,31	1795	13275
	Kluznice	30	2		
	Vodítko	6	10		
	Lišta	9,5	6,32		

### **Závěr technicko – ekonomického zhodnocení**

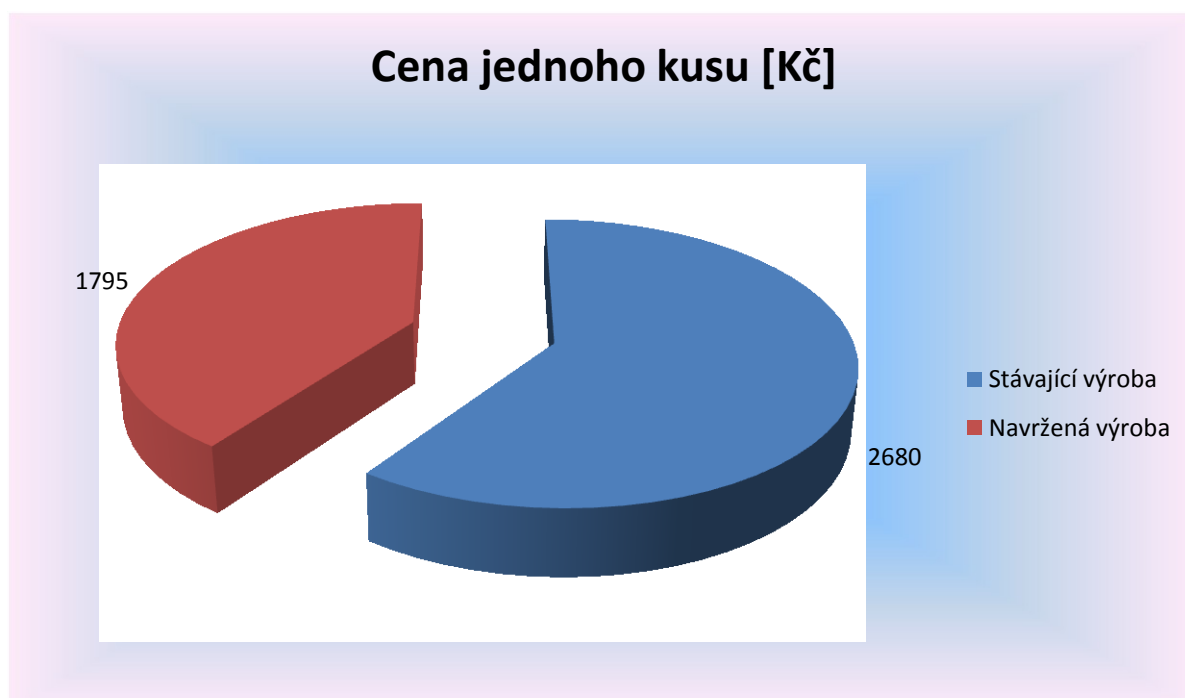
Všechny změny v novém technologickém postupu měly za následek snížení celkového výrobního času součásti a z toho vyplývá také výsledný pokles nákladů na výrobu. Počet výrobních operací zůstal všude stejný. Největší vliv na úsporu času byla volba stojů a nástrojů pro dané operace. Ukosovací systém UZ 15 nejvíce uspořil čas pro výrobu daných komponentů.

Výsledné zhodnocení údajů z tabulky pomocí grafů.

Graf. 7.1 Celkový čas obrábění jednoho kusu



Graf. 7.2 Cena jednoho kusu





## ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byl návrh nového technologického postupu výroby dané součásti v podmínkách firmy FERRAM STRJÍRNA s.r.o. Mezi nejdůležitější cíle této bakalářské práce patří zkrácení času, snížení nákladů na výrobu dané součásti a zvýšení efektivity její výroby. Všechny požadované cíle této práce byly splněny.

Na začátku je provedena analýza výrobního programu společnosti, která se výrobou tohoto prvku zabývá. Dalším bodem byla volba součásti, která byla obráběna ve firmě FERRAM STROJÍRNA s.r.o. Dále byl popsán hřeblový dopravník jako celek. V této části byly podrobně popsány jednotlivé díly samotného dopravníku.

V následující části bakalářské práce je zpracován rozbor stávající technologie výroby. Úkolem tohoto rozboru byl popis strojního opracování v prostorách firmy FERRAM STROJÍRNA s.r.o. Do analýzy současného stavu výroby byl zařazen popis materiálů, používané stroje a nástroje pro výrobu, řezné podmínky, za kterých bylo provedeno obrábění a technologický postup výroby daných komponentů.

Analýzou současného stavu výroby a na základě změn, které byly provedeny při výrobě součásti, jsou v další části navrženy změny pro stávající technologii výroby. Tyto změny se týkají volby strojů a nástrojů. V neposlední řadě byly pro novou technologii výroby také stanoveny řezné podmínky a nový technologický postup. Výrazného zkrácení výrobního času bylo dosaženo zařazením ukosovacího systému do technologického postupu výroby. Tento stroj pracuje rychle a velmi efektivně při zkosování hran daných součástí.

Závěr bakalářské práce je věnován technicko-ekonomickému zhodnocení současného a nově navrženému postupu výroby. Z výpočtů a tabulky jasně vyplývá, že nová technologie výroby je levnější než stávající. Tento fakt je dán volbou nástrojů, kdy výroba daných součástí není tak zdlouhavá jako u stávající technologie výroby.

Vývoj jde stále dopředu a také tato firma si chce udržet svou pozici nejen na českém, ale i na tuzemském a mezinárodním trhu. Z toho plyne snaha firmy o racionalizaci výroby určitých součástí a úsporu finančních prostředků.

## PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucímu výroby firmy FERRAM STROJÍRNA s.r.o panu Miroslavu Tůmovi, který mi poskytl veškeré informace a užitečné rady pro vypracování této bakalářské práce.

Děkuji také svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Tomáši Zlámalovi z katedry výroby a montáže VŠB – TU Ostrava za poskytování cenných rad, konzultací a odborné řízení této práce.

## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 1. část)*. Brno: VUT Brno, 2003. 138 s.
- [2] HUMÁR, A. *Technologie I (Technologie obrábění – 2. část)*. Brno: VUT Brno, 2004. s. 95.
- [3] Interní materiály firmy FERRAM STROJÍRNA s.r.o
- [4] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II – 2. díl*. Ostrava: Ediční středisko VŠB – TU Ostrava, 2008. s. 150. ISBN 978 – 80 – 248 – 1822 – 1.
- [5] ČEP, R.; BRYCHTA, J.; SADÍLEK, M.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007. s. 251. ISBN 978 – 80 – 248 – 1505 – 3.
- [6] FÜRBACHER, I. *Lexikon ocelí: materiálové listy se zahraničními materiály*. Praha: Dashöfer, 2006. ISSN 1802 – 3029.
- [7] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J.; PETŘKOVSKÁ, L. *Technologie II – 1. díl*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava, 2007. s. 126. ISBN 978 – 80 – 248 – 1641 – 8.
- [8] FERRAM STROJÍRNA s.r.o. *Profil společnosti* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.ferramstrojirna.cz/?clanek=134&titulek=profil-spolecnosti>
- [9] ELITALYCEA. *Zušlechťování* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.elitalycea.wz.cz/files/tep/tep07.pdf>
- [10] PRECIZ s.r.o. *Převodník materiálů: 1.0570* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.preciz.cz/sluzby-hlavni/material-normal/1.0570>
- [11] PEGAS GONDA. *Poloautomatické pily* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: [http://www.pegas-gonda.cz/cz/pily/350x400-shi-lr-f\\_10.htm](http://www.pegas-gonda.cz/cz/pily/350x400-shi-lr-f_10.htm)
- [12] STUDUJ JINAK. *Vrtání - nástroje, hluboké a přesné díry* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.studuj-jinak.cz/referaty/nahled/vrtani-nastroje-hluboce-a-presne-diry>
- [13] DIFAK. *Generální opravy obráběcích strojů* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.difak.cz/index.php?pid=40>

- [14] *MILING MACHINE*. [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://web.mit.edu/2.670/www/Tutorials/Machining/mill/Description.html>
- [15] *STROJÍRENSTVÍ-FRÉZOVÁNÍ*. [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://strojirenstvi-frezovani.blogspot.cz/2011/03/14-nastroje-pro-frezovani-deleni.html>
- [16] *HANÁK NÁŘADÍ s.r.o.* [online]. [cit. 2014-03-18]. Dostupné z: <http://www.hanak.cz/index.php?menu=firma>
- [17] Katalog firmy N.KO MACHINES.
- [18] *SKUPINY OBRÁBĚCÍCH MATERIÁLŮ*. [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: [http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece\\_materials/workpiece\\_material\\_groups/pages/default.aspx](http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/workpiece_materials/workpiece_material_groups/pages/default.aspx)
- [19] *PRECITOOL CZ s.r.o.: katalog*. [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: [http://www.precitool.de/bk/HKL\\_2013-2014/index.html](http://www.precitool.de/bk/HKL_2013-2014/index.html)
- [20] *ŘEZNÉ PODMÍNKY PŘI OBRÁBĚNÍ*. [online]. [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: [http://www.kom.tul.cz/soubory/tob\\_rp.pdf](http://www.kom.tul.cz/soubory/tob_rp.pdf)
- [21] *PRAMET Tools* [online]. [cit. 2014-04-06]. Dostupné z: <http://www.pramet.com/cz.html>
- [22] POLÁK, Jaromír, BAILOTTI, Jiří PAVLISKA a Leopold HRABOVSKÝ. *DOPRAVNÍ A MANIPULAČNÍ ZAŘÍZENÍ II*. [online]. VŠB - TUO, 2003 [cit. 2014-05-06]. Dostupné z: [http://www.342.vsb.cz/pol25/Polak\\_DaMZ\\_2\\_NP.pdf](http://www.342.vsb.cz/pol25/Polak_DaMZ_2_NP.pdf)
- [23] Profil společnosti OKD: O nás. [online]. 2012 [cit. 2014-05-12]. Dostupné z: <http://www.okd.cz/cs/o-nas>

## **PŘÍLOHY**

Příloha 1. Výkres představitele výroby

Příloha 2. Dílenský výkres bočnice 1

Příloha 3. Dílenský výkres bočnice 2

Příloha 4. Dílenský výkres kluznice

Příloha 5. Dílenský výkres vodítka

Příloha 6. Dílenský výkres lišty